

**FAKULTI SAINS KOMPUTER DAN TEKNOLOGI MAKLUMAT**

**UNIVERSITI MALAYA**

**Perpustakaan SKTM**

**SISTEM PERGERAKAN PINTAR  
MENGUNAKAN  
PENTAAKULAN RUANG UNTUK  
ROBOT MUDAHALIH:  
ROBOT MR1**

**MOHD AZIDI BIN ABD RAHMAN**

**WEK 98313**

**DIBAWAH PENYELIAAN**

**PROF. MADYA DR SYED MALEK F.D**

**MODERATOR**

**ENCIK NOR RIZDUAN**

**LAPORAN INI ADALAH SEBAHAGIAN DARIPADA KEPERLUAN KURSUS  
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS KOMPUTER  
(KEPINTARAN BUATAN)**

# Isi Kandungan

	Perkara	Halaman
	Abstrak	vi
Bab 1	<u>Pengenalan</u>	
	1.1 Pengenalan	2
	1.2 Latar Belakang Projek	4
	1.3 Tujuan Projek	4
	1.4 Objektif Kajian	5
	1.5 Skop Program	6
	1.6 Keperluan Perkakasan	7
	1.7 Perancangan Projek	8
	1.8 Ringkasan Bab	11
Bab 2	<u>Kajian Literasi</u>	
	2.1 Pengenalan Kepada Robot	13
	2.2 Pengenalan Kepada Ruang dan Objek	19
	2.3 Pentaakulan	25
	2.4 Selintas Perjalanan Program Simulasi Robot	26
	2.5 Perisian Pembangunan	28
	2.6 Perbandingan Perisian Terdahulu	33
	2.7 Cabaran Dalam Pembinaan Simulasi Pergerakan Robot	34
	2.8 Ringkasan Bab	36
Bab 3	<u>Metodologi dan Analisis Sistem</u>	
	3.1 Pendekatan Pembangunan Sistem	38
	3.2 Antara Muka Pengguna	42
	3.3 Teknik Pengumpulan Maklumat	42
	3.4 Sasaran Pengguna	44
	3.5 Analisa Keperluan Sistem	46
	3.6 Pemiliha Bahasa Pengaturcaraan	49
	3.7 Ringkasan Bab	52

	Perkara	Halaman
Bab 4	<u>Rekabentuk</u>	100
	4.1 Pengenalan	54
	4.2 Teknik Rekabentuk	55
	4.3 Proses Rekabentuk	55
	4.4 Antaramuka Pengguna	63
	4.5 Hasil Yang Dijangkakan	65
	4.6 Ringkasan Bab	67
Bab 5	<u>Implentasi Sistem</u>	
	5.1 Pendahuluan	69
	5.2 Pengkodan Sistem	70
	5.3 Perlaksanaan Pengaturcaraan Sistem	73
	5.4 Ringkasan Bab	75
Bab 6	<u>Pengujian Sistem</u>	
	6.1 Pendahuluan	77
	6.2 Langkah – Langkah Pengujian	77
	6.3 Ujian Sistem	82
	6.4 Ringkasan Bab	85
Bab 7	<u>Penilaian Sistem</u>	
	7.1 Pengenalan	89
	7.2 Masalah dan Penyelesaian	89
	7.3 Kekuatan Sistem	92
	7.4 Batasan – Batasan Simulasi Robot MR1	94
	7.5 Cadangan Pembaharuan Pada Masa Akan Datang	95
	7.6 Pengalaman Serta Pengetahuan Yang Diperolehi	96
	7.7 Ringkasan Laporan	97
	7.8 Kesimpulan dan Harapan	99

	Perkara	Halaman
	Senarai Rujukan	100
	Lampiran	104

University of Malaya



## Abstrak

**Sistem Pergerakan Pintar Menggunakan Pentaakulan Ruang Untuk Robot Mudahalih : Robot MR1** (*akan disebut perisian simulasi robot*) adalah satu projek Latihan Ilmiah yang wajib ambil oleh semua pelajar **Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat** untuk menamatkan pengajian.

Perancangan pembangunan Perisian simulasi robot dibuat dengan teliti melalui tiga fasa pertama iaitu kajian awal yang menerangkan objektif dan skop sistem, metodologi pembangunan sistem yang menentukan keperluan sistem serta menyediakan perancangan sistem dan rekabentuk sistem yang merangkumi rekabentuk struktur program, dan antaramuka pengguna.

Setelah segala perancangan dibuat dengan teliti, sistem akan mula dibangunkan dalam fasa implementasi sistem. Kod aturcara ditulis dan kemudiannya akan diuji untuk melihat hasilnya. Perisian yang dibangunkan akan sentiasa mengalami perubahan dari masa kesemasa untuk peningkatan kualiti. Kekangan sistem yang tidak dapat diselesaikan, akan rekod dan dinyatakan sebagai perancangan untuk masa depan bagi menghasilkan perisian yang lebih efisien, fleksibel, selamat, menarik dan mudah digunakan.

Secara keseluruhannya, Perisian simulasi robot adalah satu sistem yang bersendirian (*stand alone*) yang menjalankan simulasi pergerakan robot diatas skrin komputer. Perisian cuba mengimplementasikan apa yang disebut sebagai pentaakulan ruang. Perisian ini adalah satu perintis kepada keadah pentaakulan ruang yang mana ianya sesuai diterapkan di dalam pembuatan robot mudah alih.

## 1.1 Pengenalan

Robot adalah alat atau mesin yang diciptakan untuk menjalankan fungsi yang biasanya dilakukan oleh manusia atau menjalankan kerja menyerupai kecerdasan manusia. Penggunaan robot menyerupai beberapa bahagian tugas secara umum antaranya adalah :

- Untuk melaksanakan pekerjaan yang membosankan bagi manusia seperti pekerjaan yang memerlukan ketahanan yang tinggi.

# BAB 1 PENGENALAN

- Melakukan tugas yang memerlukan ketahanan yang tinggi.

- Melakukan tugas yang memerlukan ketahanan yang tinggi.

- Melakukan pekerjaan yang tidak dibenarkan oleh manusia seperti pemindahan bahan berat.

Ketahanan robot kini telah meluas dengan pelbagai penerbitan dan kajian. Robot jenis SCARA contohnya digunakan dalam industri seperti industri kenderaan, industri perkilangan dan sebagainya. Kini terdapat beberapa institusi-institusi yang membicarakan tentang robot seperti "Institute of Industrial Robot Association (IIRA)" telah menggariskan "satu kategori robot. Antaranya kategori yang diketahui ialah kategori robot yang dibina oleh manusia dapat menahani keadaan sekeliling dan dapat melaksanakan tugas-tugas yang berkaitan

## 1.1 Pengenalan

Robot adalah alat atau mesin yang dicipta untuk menjalankan fungsi yang biasanya dilakukan oleh manusia atau menjalankan kerja menyerupai kecerdikan manusia. Penggunaan robot mempunyai beberapa bahagian tugas secara umum antaranya adalah :

- Untuk melaksanakan pekerjaan yang membosankan bagi jiwa manusia seperti pekerjaan yang memerlukan kesabaran yang tinggi.
- Melaksanakan tugas di tempat pekerjaan yang kotor dimana manusia tidak menyukainya.
- Melaksanakan tugas di tempat pekerjaan yang berbahaya seperti logi nuklear dan sebagainya.
- Melaksanakan pekerjaan yang sukar dilakukan oleh manusia seperti pembuatan mikro chip.

Kepenggunaan robot kini telah meluas didalam bidang perindustrian dan kajian. Robot jenis SCARA contohnya digunakan dalam industri berat seperti industri kenderaan, industri perkapalan dan sebagainya. Kini terdapat beberapa insituti-insituti yang membicarakan tentang robot. Antaranya "Japanese Indutrial Robot Associations (JIRA)" telah menggariskan tujuh kategori robot. Antaranya kategori yang ketujuh ialah kategori robot pintar dimana robot tersebut dapat memahami keadaan sekeliling dan dapat melaksanakan tugas walaupun berlaku



perubahan keadaan sekeliling. Penciptaan robot perlu mematuhi spesifikasi atau garis panduan yang ditetapkan. Tiga syarat telah digariskan dalam pembuatan robot antaranya:

1. robot yang dicipta mestilah tidak mencederakan manusia atau menyebabkan manusia itu cedera.
2. robot yang dicipta mestilah mematuhi dan mengikut perintah manusia kecuali jika perintah itu menyalahi hukum yang pertama.
3. robot yang dicipta mestilah berupaya menjaga kewujudannya selagi mana ianya tidak menyalahi hukum yang pertama dan kedua.

Penggunaan robot kini telah menjadi permintaan dunia industri yang mahu mengurangkan kos dan masa produktiviti yang dihasilkan oleh mereka. Perkembangan robot untuk tujuan hiburan dan perkhidmatan juga turut menjadi permintaan. Robot AIBO oleh Syarikat Sony adalah salah satu robot yang dicipta dengan tujuan hiburan kepada manusia. AIBO adalah robot yang boleh bergerak kemana sahaja. Terdapat juga robot yang digunakan dengan tujuan keselamatan seperti CyberMotion CyberGuard. Di Malaysia penciptaan robot baru sahaja berkembang dan kurang sambutan daripada syarikat swasta. Kebanyakan penciptaan adalah dilakukan di institusi pendidikan dan hanya segelintir sahaja yang menceburinya. Penggunaan robot dijangkakan akan bertambah seperti yang berlaku semasa revolusi industri di barat.



## 1.2 Latar belakang projek

selaras dengan perkembangan era teknologi dan perkembangan ilmu di Malaysia, kemunculan idea baru turut juga berkembang. Selintas dengan perkembangan robot beberapa teori berkaitan dengan bagaimana manusia berfikir dan menentukan pegerakkan juga diperkenalkan. Antaranya termasuklah bagaimana manusia melakukan pegerakkan untuk pergi ke suatu tempat yang di tuju dengan arahan oleh manusia lain tanpa melalui kesemua bahagian ruang yang ada. Kaedah ini cuba di bawa kedalam komputer apabila penggunaan pemetaan mula menggunakan komputer. Berbagai logik dan cara perwakilan dibuat dan dibuktikan. pentaakulan ruang atau "Spatial Reasoning" adalah antara yang digunakan dalam kaedah pegerakkan robot yang mana cara pegerakkan robot ini menyamai konsep bagaimana manusia menentukan pegerakkan yang akan dilakukan. Berbalik kepada robot pencapaian teknologi kini cuba mewujudkan robot yang boleh bergerak ke mana-mana sahaja tanpa halangan dan mengikut arahan manusia.

## 1.3 Tujuan projek

Penggunaan simulasi robot amat sesuai dilaksanakan dalam memastikan robot tersebut berfungsi pada peringkat awal. Pembangunan perisian ini adalah bertujuan untuk mensimulasikan kaedah pentaakulan ruang didalam robot. Ianya dapat menjimatkan kos pengoperasian dan kos pembangunan robot berkenaan kerana tidak memerlukan bantuan perkakasan yang lengkap. Robot yang dipanggil dengan nama MR1("mobile robot 1") adalah robot simulasi untuk memberi kefahaman dalam pembinaan robot yang menggunakan ruang atau peta secara automatik. Robot

MR1 akan bekerja sebagai pencari barang yang disuruh oleh pengguna. Namun didalam projek ini ditunjukkan bagaimana sebuah robot itu dapat mencari dan memastikan kedudukan kawasan barang yang di cari seperti mana berlaku kepada manusia. Projek yang dibangunkan ini adalah projek yang tidak komersial namun mempunyai sumbangan dalam pembangunan industri robot. Perisian yang dibina ini hanya bertumpu kepada pelajar, syarikat pembangunan robot dan insitusi yang berkaitan.

#### **1.4 Objektif Kajian**

Bagi mamastikan projek ini berjalan dengan lancar beberapa objektif telah digariskan. Pewujudan objektif ini bertujuan agar menjadi satu titik akhir bai projek yang dijalankan. Antara objektif yang telah digariskan adalah :

##### **1.4.1 menjadi peneraju utama dalam pembinaan robot pintar**

Dengan adanya perisian ianya akan menjadi satu rujukan dalam pembinaan robot berasaskan pentaakulan ruang. Ini adalah kerana, robot berkeupayaan mudah alih memerlukan rujukan ruang dan pengesan dalam pergerakannya.

##### **1.4.2 mengurangkan kos pengujian perkakasan semasa pengujian robot**

Perisian yang dibina ini tidak memerlukan sebarang perkakasan yang khusus. Pada peringkat pengujian robot banyak pembangun robot akan membina perkakasan robot secara terus. Pembinaan perkakasan ini akan memerlukan kos yang tinggi dan tidak diketahui kejayaannya.



#### **1.4.3 memberikan alternatif gandingan sistem pengesan (sonar) pada robot**

Penggunaan sonar dalam industri robot telah lama digunakan. Untuk menambah kecakapan pada robot pentaakulan ruang sesuai di gandingkan dengan sonar dimana ia menjadikan robot lebih cekap dan pintar.

#### **1.4.4 menambah kecekapan dan kepintaran pergerakan pada robot.**

Menggunakan pentaakulan ruang ini robot akan membuat pengiraan mengenai ruang yang ada terlebih dahulu sebelum pergerakannya. Kaedah ini dapat mengurangkan masa perjalanan robot menuju ke destinasi yang diminta. Robot tidak perlu melalui kawasan yang tidak berkaitan dengan kawasan carian. Perkara ini juga terdapat didalam pemikiran manusia ketika mencari barang yang dikehendaki oleh orang lain.

### **1.5 Skop Program**

Dalam membicarakan mengenai skop program yang akan dibangunkan perlu diketahui bahawa perisian ini adalah perisian berjenis simulasi pegerakkan robot bentuk dua dimensi. Pada permulaan program antaramuka pengguna utama akan ditayangkan dan disinilah pengguna memasukkan data berkaitan dengan objek, kedudukan objek, luas objek dan kedudukan robot. Tumpuan perisian ini adalah tertumpu kepada pihak pembangun robot, pihak pendidik dan bersekitar dengannya.

Perisian ini akan memberikan gambaran kepada pengguna kepada konsep pentaakulan ruang. Namun perisian simulasi ini akan menggunakan kaedah koodinat untuk bergerak dimana jika di lihat di dalam dunia nyata tiada satu koordinat yang piawai boleh digunakan.

Perisian ini tertumpu kepada satu jenis pengguna sahaja iaitu mereka dari kalangan pelajar, pensyarah dan pembangun robot. Ini kerana perisian ini tidak memerlukan pembahagian pengguna kerana ianya adalah simulasi mengenai pergerakan robot. Perisian simulasi ini juga tidak memerlukan garis keselamatan kerana ianya tidak menggunakan data-data penting dan kritikal.

## 1.6 Keperluan Perkakasan dan Perisian

Berikut adalah merupakan keperluan perkakasan dan perisian yang akan digunakan dalam pembangunan simulasi robot.

### 1.6.1 Perkakasan

- i. komputer *Pentium* III 500Mhz
- ii. 256 Mb RAM atau lebih
- iii. Cakera keras 4.3 Gb atau lebih
- iv. Peranti input tetikus dan papan kekunci
- v. Monitor



### 1.6.2 Perisian

- Pemilihan akhir pada dikemudian sebagai Latihan Ilmiah II akan dilaksanakan pada semester 3.
- i. Sistem pengendalian *Microsoft Windows 98*
  - ii. *Microsoft Visual Studio (Visual Basic)*

Fasa-fasa yang terlibat adalah:

### 1.7 Perancangan Projek

#### i. Fasa pelaksanaan

Pembangunan sistem ini dibahagikan kepada dua peringkat:

- i. Peringkat awal
- ii. Peringkat akhir

Peringkat awal pembangunan sistem yang dikenali sebagai Latihan Ilmiah I dilaksanakan pada semester 3 sesi 2001/2002. Tiga fasa peringkat ini:

- i. Pengenalan projek & kajian literasi
- ii. Fasa perancangan dan analisis
- iii. Fasa rekabentuk

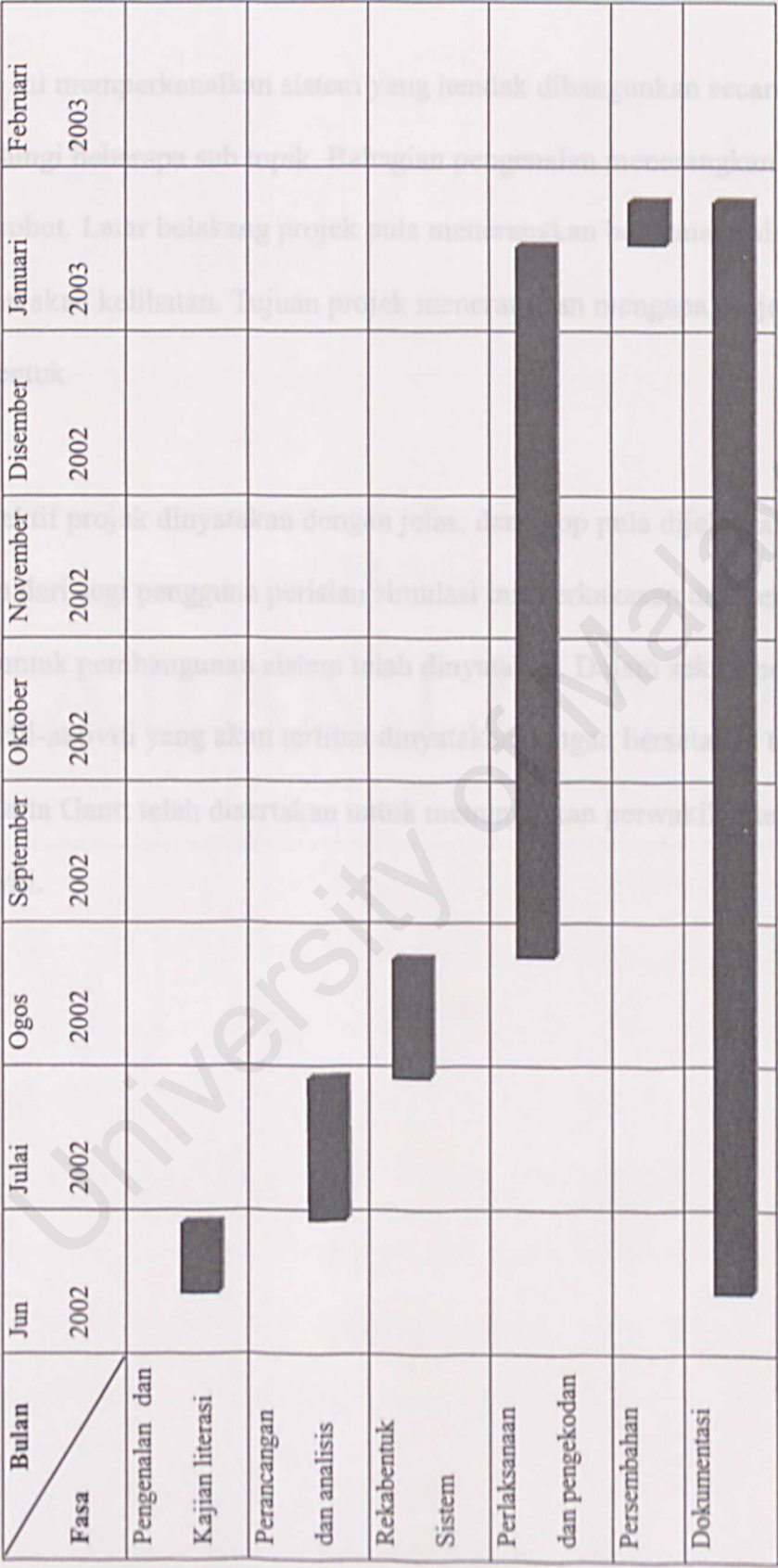
Peringkat awal pembangunan sistem yang dikenali sebagai Latihan Ilmiah I dilaksanakan pada semester 1 sesi 2002/2003. Tiga fasa peringkat ini:

- i. Pengenalan projek & kajian literasi
- ii. Fasa perancangan dan analisis
- iii. Fasa rekabentuk

Peringkat akhir pula dikenali sebagai Latihan Ilmiah II akan dilaksanakan pada semester 2 sesi 2002/2003. Pada peringkat ini, pelaksanaan sebenar sistem yang sudah dirancang dalam peringkat awal pembangunan sistem dilaksanakan. Fasa-fasa yang terlibat adalah:

- i. Fasa pelaksanaan
- ii. Fasa penyelenggaraan

Dalam fasa pelaksanaan, aktiviti pengkodan dan pengujian dititikberatkan. Dalam fasa penyelenggaraan pula, aktiviti penilaian diambil kira.



Jadual 1.1 Carta Gantt Proses pembangunan sistem

## 1.8 Ringkasan Bab

Bab ini memperkenalkan sistem yang hendak dibangunkan secara menyeluruh. Ia mengandungi beberapa sub topik. Bahagian pengenalan menerangkan secara ringkas mengenai robot. Latar belakang projek pula menerangkan bagaimana sistem yang dibangunkan akan kelihatan. Tujuan projek menerangkan mengapa projek atau sistem ini direkabentuk.

Objektif projek dinyatakan dengan jelas, dan skop pula dijelaskan secara keseluruhan dari segi pengguna perisian simulasi ini. Perkakasan dan perisian yang akan digunakan untuk pembangunan sistem telah dinyatakan. Dalam sektor perancangan projek aktiviti-aktiviti yang akan terlibat dinyatakan dengan bersetakan tempoh yang dijangka. Carta Gantt telah disertakan untuk menunjukkan perwakilan tempoh bagi semua aktiviti.



## 2.1 Pengenalan kepada robot

"Robot adalah peralatan yang melakukan fungsi yang biasa dilakukan oleh manusia atau melakukan sesuatu tugas yang mengahipiri kecerdikan manusia" – Webster

# BAB 2

# KAJIAN LITERASI

Robot berasal dari perkataan Yunani yang bermaksud buruh paksa. Sejarah robot bermula daripada sejak kuno ke kini. Ia bermula daripada penciptaan mesin sebagai alat bantuan manusia untuk melakukan tugas. Pada 1892 contohnya sebuah kren dengan konfigurasi binocular telah dicipta. Seterusnya pada 1938 satu lagi robot untuk kegunaan mengangkut barang menggunakan tangan mekanikal. Namun industri robotik sebenarnya bermula pada akhir tahun 1961, pelbagai jenis robot yang telah dicipta oleh manusia antaranya ialah tangan mekanikal, humanoid dan sebagainya. Untuk kegunaan industri kebanyakan robot dicipta adalah berjenis tangan mekanikal.

### 2.1 Pengenalan kepada robot

“Robot adalah peralatan yang melakukan fungsi yang biasa dilakukan oleh manusia atau melakukan sesuatu tugas yang menghampiri kecerdikan manusia” – Webster

Rajah 2.1 Robot tangan mekanikal

“Robot adalah suatu manipulator pelbagai fungsi yang boleh diprogramkan semula dimana ia direka untuk menggerakkan bahan bahagian peralatan atau peralatan khusus menerusi pelbagai program pergerakan untuk pelaksanaan pelbagai tugas” – Institut Robotik Amerika

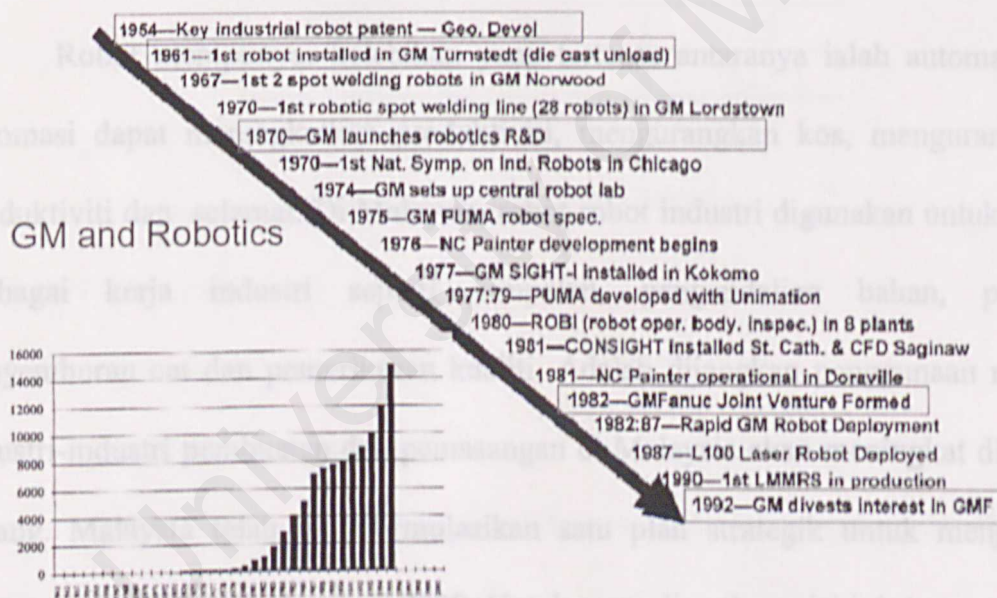
Universiti Pennsylvania

Robot berasal dari perkataan Czech yang bermaksud buruh paksa. Sejarah robot bermula daripada sejak kurun ke 18 di barat. Ianya bermula daripada penciptaan mesin sebagai alat bantuan manusia dalam melakukan tugas. Pada 1892 contohnya sebuah kren dengan cengkaman bermotor telah dicipta. Seterusnya pada 1938 satu lagi robot untuk kegunaan mengecat yang menggunakan tangan mekanikal. Namun industri robotik sebenarnya bermula pada sekitar tahun 1961. pelbagai jenis robot yang telah dicipta oleh manusia antaranya ialah tangan mekanikal, humanoid dan sebagainya. Untuk kegunaan industri kebanyakan robot dicipta adalah berjenis tangan mekanikal.



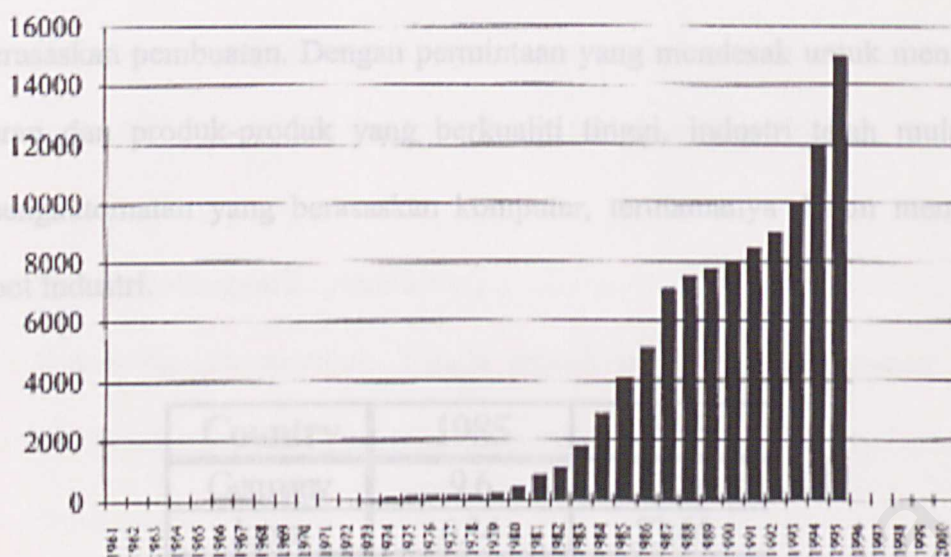
Rajah 2.1 Robot tangan mekanikal

## History: Industrial Robots



Rajah 2.2 Sejarah penciptaan robot





Rajah 2.3 Bilangan robot yang telah dibina

Robot mempunyai kelebihan yang tertentu antaranya ialah automasi dimana automasi dapat meningkatkan produktiviti, mengurangkan kos, mengurangkan masa produktiviti dan selamat. Di Malaysia, robot-robot industri digunakan untuk melakukan perbagai kerja industri seperti kimpalan, pengendalian bahan, pemasangan, penyemburan cat dan pemeriksaan kualiti. Adalah dijangkan penggunaan robot dalam industri-industri pembuatan dan pemasangan di Malaysia akan meningkat di masa akan datang. Malaysia telah memformulasikan satu plan strategik untuk menjadi sebuah negara perindustrian pada tahun 2020. Untuk merealisasikan visi ini, ianya memerlukan pembangunan yang menyeluruh dalam semua bidang dan keupayaan yang tinggi dalam bidang sains dan teknologi. Perlu diingatkan bahawa kebanyakan industri-industri besar yang berjaya dengan cemerlang di negara ini adalah merupakan industri-industri yang berteraskan teknologi tinggi Industri-industri berat seperti industri keluli dan pembuatan kereta kini merupakan peneraju kepada sektor perindustrian negara. Dan ianya telah



dikenalpastikan bahawa lebih kurang 80% daripada keseluruhan industri di Malaysia adalah terasaskan pembuatan. Dengan permintaan yang mendesak untuk meningkatkan pengeluaran dan produk-produk yang berkualiti tinggi, industri telah mula menuju kearah pengautomatan yang berasaskan komputer, terutamanya dalam menggunakan robot-robot industri.

Country	1985	1995
Germany	9.6	31.88
Japan	6.34	23.66
France	7.52	19.34
USA	13.01	17.20
UK	6.27	13.17
Malaysia	1.08	1.59
South Korea	1.23	7.40
China	0.19	0.25
India	0.35	0.25

Rajah 2.4 kenaikan kos pekerja

2.1.1 Ciri – ciri robot

Terdapat empat ciri- ciri robot yang iaitu :

i. muatan bayar(payload)

muatan turun merujuk kepada bilangan atau berat muatan yang boleh dibawa oleh sesuatu robot dalam suatu masa

ii. Capaian(Reach)

Capaian merujuk kepada ruang kerja sesuatu robot bagi robot tangan mekanikal ruang kerjanya hanyalah bergantung kepada sejauh mana tangan itu boleh bergerak. Manakala bagi robot mudahalih ruang kerjanya adalah tidak terhad

iii. **Ketepatan(Precesion)**

Ketepatan merujuk kepada sejauh mana robot berkenaan melakukan kerja tanpa melakukan ralat dan tepat dalam melaksanakan tugas.

iv. **Kebolehulangan(Repeatability)**

Kebolehulangan merujuk kepada sejauh mana robot berkenaan melakukan ulangan tanpa melakukan ralat yang sama.

### 2.1.2 Aplikasi robot

Terdapat empat aplikasi robot iaitu :

i. Ruang kerja yang berbahaya.

Ruang kerja yang bahaya seperti kawasan radiasi tinggi, kawasan gunung berapi, kawasan yang melibatkan bahan mudah meletup dan sebagainya sesuai menggunakan robot. Ini kerana robot boleh dikawal secara jarak jauh dan boleh diautomasikan.

ii. Ruang kerja yang kotor

Keadaan kawasan kerja yang kotor adalah faktor penciptaan robot. Kini, manusia yang mencari pekerjaan dalam keadaan mereka memilih kerja yang dilakukan.

iii. Pekerjaan yang membosankan

Kebanyakan manusia tidak gemar melakukan kerja yang membosankan. Ini menyebabkan ramai dikalangan mereka yang menukar pekerjaan yang lain.

Penggunaan robot dalam pekerjaan ini amat sesuai melihatkan keadaan pengekaln kerja manusia dari masa kesemasa.

- iv. Pekerjaan yang sukar dilakukan oleh manusia.
- Pekerjaan manusia adalah sungguh terhad, dalam pembuatan papan elektronik contohnya penglihatan robot amat terhad dan berlaku kesalahan yang banyak. Dengan menggunakan robot, kekurangan kekurangan ini dapat diatsi dan mengurangkan kos akibat daripada kesilapan ini.

### 2.1.3 Tugasn Robot

Terdapat juga empat tugasn yang biasanya dilakukan oleh robot dalam membantu manusia melakukan tugasannya :

- i. Automasi (Automation)
- ii. Memperbesarkan (Augmentation)
- iii. Bantu (Assistance)
- iv. Bergerak Sendiri (Autonomous)

Melalui maklumat diatas didapati bahawa simulasi robot MR1 dalam perisian ini adalah bersesuaian dengan fungsi dan tugas robot ke[ada manusia dalam membantu manusia menjalankan tugasnya.

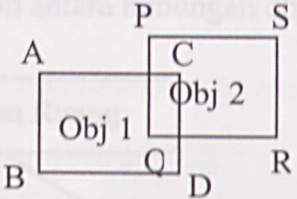
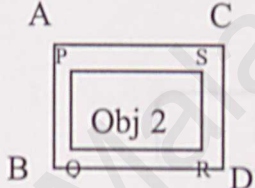


2.2 Pengenalan Ruang dan Objek

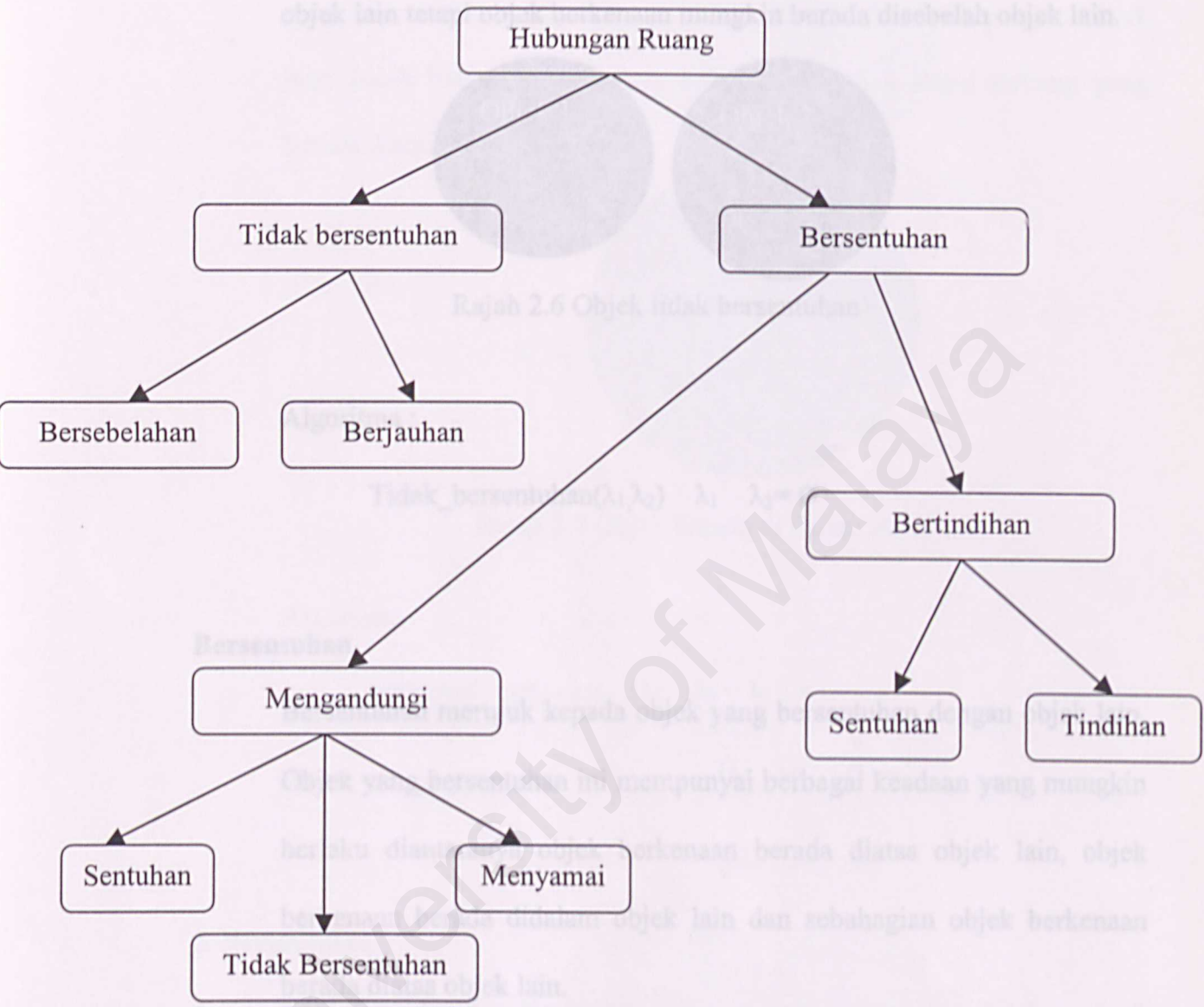
Ruang (spatial) merujuk kepada keadaan sekeliling yang penuh pelbagai rupa bentuk susunan objek-objek samada objek asas (bumi) ataupun objek yang lain. Dalam pergerakan manusia, mereka melakukan pemerhatian dan membuat pemetaan secara virtual di dalam minda mereka. Terdapat beberapa keadaan objek-objek melakukan hubungan diantara satu sama lain. Antara hubungan yang terhasil adalah :

Jadual 2.1 Hubungan objek

Hubungan Objek	Gambarajah
<b>Tidak bersentuhan</b>	
<b>Bersentuhan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Berlaku apabila garisan tepinya atau sempadan bersentuhan dengan yang lain</li></ul>	

<p><b>Tindihan</b></p> <p>Berlaku apabila sebahagian rantau objek berada diatas objek lain</p>	
<p><b>Kandung</b></p> <p>Merujuk kepada objek berada didalam objek lain</p>	
<p><b>Atas dan bawah</b></p> <p>Merujuk kepada objek berada diatas atau dibawah</p>	<p>Kedudukan atas atau bawah di letakkan secara penomboran dimana 1 untuk yang paling bawah dan seterusnya.</p>

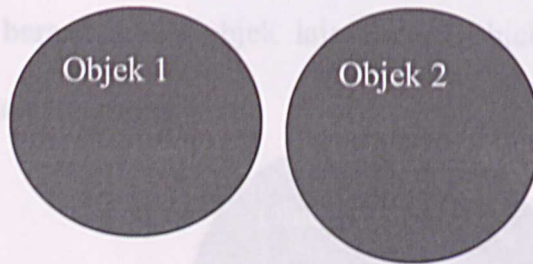
Rajah 2.5 Gambarajah pokok perhubungan antara hubungan objek





## Tidak bersentuhan

Tidak bersentuhan merujuk kepada objek yang tidak bersentuhan dengan objek lain tetapi objek berkenaan mungkin berada disebelah objek lain,



Rajah 2.6 Objek tidak bersentuhan

Algoritma :

Tidak\_bersentuhan( $\lambda_1, \lambda_2$ )  $\lambda_1 \quad \lambda_2 = \emptyset$

## Bersentuhan

Bersentuhan merujuk kepada objek yang bersentuhan dengan objek lain.

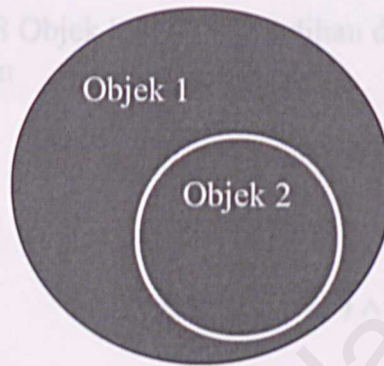
Objek yang bersentuhan ini mempunyai berbagai keadaan yang mungkin berlaku diantaranya objek berkenaan berada diatas objek lain, objek berkenaan berada didalam objek lain dan sebahagian objek berkenaan berada diatas objek lain.

Algoritma :

Bersentuhan( $\lambda_1, \lambda_2$ )  $\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \emptyset$

## 1. Mengandungi

Mengandungi merujuk kepada objek berkenaan berada di dalam objek yang lain contohnya objek katil yang berada didalam bilik pelajar. Objek juga boleh berada diatas objek lain seperti objek kapal terbang yang berada diatas landasannya.



Rajah 2.7 Objek berada di dalam objek lain

Algoritma :

$$\text{Mengandungi}(\lambda_1, \lambda_2) \quad (\lambda_1 \supset \lambda_2 = \lambda_2) \wedge$$

$$(\lambda_1 \supset \lambda_2^{-1} \supset \emptyset) \wedge$$

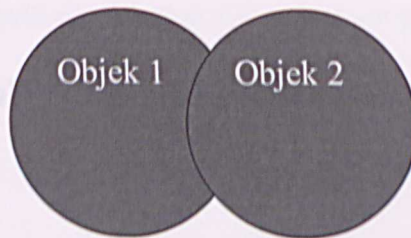
$$(\partial\lambda_1 \supset \partial\lambda_2 \supset \emptyset)$$

## 2. Bertindihan

Bagi objek yang hanya berada sebahagiannya diatas atau didalam objek lain ianya dinamakan bertindihan dimana ianya mempunyai dua keadaan iaitu :

- i. Sebahagian objek berada diatas atau di dalam objek lain

Algoritma :



Rajah 2.8 Objek berada bertindihan dengan objek lain

Algoritma :

Bertindihan( $\lambda_1, \lambda_2$ )

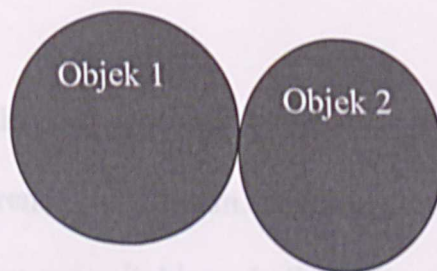
Bersentuhan( $\lambda_1, \lambda_2$ )  $\wedge$

$(\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \lambda_1) \wedge$

$(\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \lambda_2) \wedge$

$(\lambda_1^0 \quad \lambda_2^0 \quad \emptyset)$

- ii. Objek berkenaan hanya berada disebelah objek berkenaan dimana garisan tepinya atau sempadannya bersentuhan dengan objek lain.



Rajah 2.9 Objek bersentuhan dengan objek lain



Algoritma :

$$\text{Bersentuhan}(\lambda_1, \lambda_2) = \text{Bersentuhan}(\lambda_1, \lambda_2) \wedge (\lambda_1^0 \quad \lambda_2^0 \quad \emptyset)$$

Pentaakulan ruang sebenarnya telah bermula pada 1938 dimana ketika manusia cuba mewakili objek – objek di dunia nyata kepada logik komputer. Ianya bermula dengan pengenalan logik semantik dalam topologi oleh Tarski<sup>1</sup>. Kemudiannya cuba di gunakan didalam kaedah pemetaan secara meluas.

### 2.3 Pentaakulan (reasoning)

Pentaakulan merujuk kepada bagaimana penyelesaian itu hadir. Pentaakulan biasanya melibatkan pengiraan – pengiraan logik yang dibuat oleh manusia. Pentaakulan terbahagi kepada dua bahagian :

#### i. pentaakulan Deduktif

Untuk pentaakulan deduktif kesimpulan (conclusion) yang khusus dikeluarkan daripada premis yang umum. Contohnya :

*“All German cars are reliable and all BMW are german cars”*

membawa kesimpulan :

*“BMW are reliable”*

Di dalam deduktif ianya mempunyai beberapa jenis antaranya ialah :

<sup>1</sup> [Tarski, 1938] Tarski, A. (1938). Der Aussagenkalk" ul und die Topologie. *Fund. Math.*, 31:103–134.

a. syllogistik (Syllogistic)

1) *syllogistic disjunction* -  $a \rightarrow b$ ;  $b \rightarrow c$ , maka  $a \rightarrow c$ .

2) *syllogistic chain* -  $\sim p$  dan  $(p \text{ atau } q)$ , maka  $q$

b. bersyarat (Conditional)

1) *modus ponens*:  $p \rightarrow q$ ;  $p$ , maka  $q$ .

2) *modus tollens*:  $p \rightarrow q$ ;  $\sim q$ , maka  $\sim p$ .

ii. Pentaakulan induktif

Manakala pentaakulan induktif bermula dengan premis yang spesifik kepada pengalaman yang lalu (tidak am) menghasilkan kesimpulan. Ianya tidak semestinya menghasilkan kesimpulan yang benar, namun biasanya adalah benar berpandukan kepada pengalaman lepas.

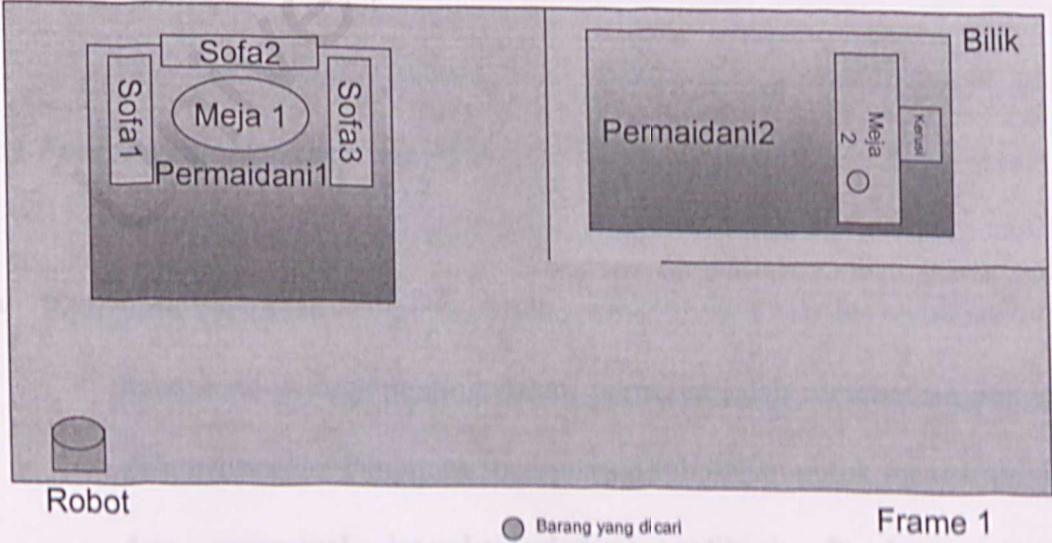
## 2.4 Selintas Perjalanan Program Simulasi Robot

Perisian ini akan menggunakan perisian pembangunan visual basic dan akan menggunakan perisian pembangunan yang lain jika terdapat satu keperluan. Perisian pembangunan visual basic mempunyai antaramuka yang mudah dan piawai bagi sistem pengendalian windows. Pembangunan perisian akan lebih mudah kerana keadaan perisian pembangunan tersebut mudah dipelajari dan difahami. Dalam pegerakkan robot, MR1 akan mengesan objek-objek yang berada disekitarnya. Pentakulan ruang adalah sesuatu yang baru diperkenalkan. Kebanyakan kaedah ini digunakan untuk membina



sistem pemetaan dan kedudukan sesuatu objek menggunakan satelit (GIS) dimana pengguna dapat menentukan kedudukan sesuatu objek.

Kebanyakan robot yang dibina menggunakan pegerakkan yang dikawal oleh manusia dan menggunakan sonar atau gelombang untuk menentukan kedudukan objek yang berada dihadapan. Keadaan ini menjadikan pegerakkan robot kurang mempunyai kepintaran yang menyerupai manusia dimana robot akan melalui kawasan yang tidak berkaitan dengan tujuan mereka. Namun dengan menggabungkan kaedah pentakulan ruang, robot dapat mengenalpasti kedudukan objek terlebih dahulu sebelum pergerakannya. Dengan cara ini robot dapat menentukan arah laluan yang akan diikuti dahulu dan mengaitkannya dengan persekitaran yang diperolehi daripada pengesan yang diletakkan. Namun dalam simulasi ini hanya digunakan kaedah pentakulan ruang sahaja bagi menunjukkan peranan dan keupayaan sesuatu robot dalam menjalankan kerja menggunakan kaedah ini. Dalam pegerakkan robot, MR1 akan mengesan objek-objek yang berada disekitarnya. Kaedah ini berlaku pada manusia ketika hendak mencari barang yang diminta melalui arahan oleh orang lain.



Rajah 2.10 Contoh paparan simulasi



Perisian simulasi juga ini akan menggunakan kaedah koodinat untuk bergerak dimana jika di lihat di dalam dunia nyata tiada satu koordinat yang piawai boleh digunakan. Perisian ini akan menggunakan perisian pembangunan visual basic dan akan menggunakan perisian pembangunan yang lain jika terdapat satu keperluan. Perisian pembangunan visual basic mempunyai antaramuka yang mudah dan piawai bagi sistem pengendalian windows. Pembangunan perisian akan lebih mudah kerana keadaan perisian pembangunan tersebut mudah dipelajari dan difahami.

## 2.5 Perisian Pembangunan

Perisian yang digunakan bagi pembangunan simulasi perlu mempertimbangkan dari dua aspek iaitu perekaan antaramuka simulasi. Berikut adalah diberikan ciri-ciri yang perlu ditekankan bagi perekaan antaramuka dan animasi.

### 2.5.1 Antaramuka

#### 2.5.1.1 Faktor kemanusiaan

- **Pengguna berkuasa**

Salah satu prinsip penting dalam perekaan ialah meletakkan pengguna di dalam kawalan. Pengguna mempunyai kebolehan untuk mengambil inisiatif dan mengawal interaksi dengan aplikasi. Perekaan antaramuka memperuntukan mekanisma yang membenarkan pengguna untuk

mengawal jenis maklumat yang disampaikan. Pengguna akan merasa lebih selesa dan puas dengan aplikasi jika perisian berada di dalam kawalan mereka.

- **Kurangkan beban maklumat pengguna**

Kebanyakan pengguna lebih menyukai mengenal pasti maklumat daripada mengingat maklumat tersebut. Antaramuka pengguna yang baik akan mengelakkan menambah beban memori pengguna. Satu senarai koman, pilihan, atau data patut disampaikan pada paparan aplikasi yang sesuai, untuk membenarkan pengguna memilih daripada senarai, lebih baik daripada ingat kembali daripada memori.

#### 2.5.1.2 Penyampaian

- **Create Aesthetic Appeal**

Dalam perekaan antaramuka pengguna, aspek *aesthetic* bagi perwakilan visual adalah lebih penting dalam pencapaian penerimaan pengguna dan memastikan pengguna berpuas hati dengan aplikasi yang digunakan.

- **Menggunakan perwakilan yang bermakna dan mudah dikenali**

Kemunculan objek perlu konsiten secara visual dengan satu sama lain. Ini akan memudahkan pengguna mengingat kedudukan butang dan memudahkan pengguna membiasakan diri dengan perisian. Perwakilan satu

mengawal jenis maklumat yang disampaikan. Pengguna akan merasa lebih selesa dan puas dengan aplikasi jika perisian berada di dalam kawalan mereka.

- **Kurangkan beban maklumat pengguna**

Kebanyakan pengguna lebih menyukai mengenal pasti maklumat daripada mengingat maklumat tersebut. Antaramuka pengguna yang baik akan mengelakkan menambah beban memori pengguna. Satu senarai koman, pilihan, atau data patut disampaikan pada paparan aplikasi yang sesuai, untuk membenarkan pengguna memilih daripada senarai, lebih baik daripada ingat kembali daripada memori.

#### 2.5.1.2 Penyampaian

- ***Create Aesthetic Appeal***

Dalam perekaan antaramuka pengguna, aspek *aesthetic* bagi perwakilan visual adalah lebih penting dalam pencapaian penerimaan pengguna dan memastikan pengguna berpuas hati dengan aplikasi yang digunakan.

- **Menggunakan perwakilan yang bermakna dan mudah dikenali**

Kemunculan objek perlu konsiten secara visual dengan satu sama lain. Ini akan memudahkan pengguna mengingat kedudukan butang dan memudahkan pengguna membiasakan diri dengan perisian. Perwakilan satu



objek perlu jelas, bermakna, dan berbeza secara visual di antara objek yang lain.

- **Kekalkan antaramuka yang konsisten**

Antaramuka yang konsisten merujuk kepada persamaan kemunculan dan penyusunan komponen. Aspek yang lebih kritikal bagi antaramuka yang konsisten adalah konsisten secara fungsian. Konsisten secara fungsian adalah aksi yang sama patut mempunyai hasil yang sama tanpa bergantung pada mod aplikasi.

#### 2.5.1.3 Interaksi

- **Menggunakan manipulasian langsung**

Cara interaksian yang sangat biasa ialah manipulasi secara langsung, di mana pengguna akan bertindak secara langsung dengan objek dengan menggunakan peranti.

- **Peruntukan maklumbalas segera**

Dalam persembahan tugas atau fungsi, penerimaan keputusan segera oleh pengguna adalah penting. Penerimaan maklumbalas yang segera dan sesuai akan meningkatkan kadar pembelajaran pengguna.

## 2.5.2 Simulasi

Dalam perisian ini pergerakan robot akan bermula daripada satu titik yang diletakkan oleh pengguna. Robot akan mengenalpasti kedudukannya didalam peta yang disediakan oleh pengguna dan meneruskan pergerakan yang sesuai. Pengetahuan mengenai bagaimana objek- objek dapat disusun amat perlu di dalam simulasi ini. Pembangun perlu memahami bagaimana perisian pembangun berfungsi dan had – had yang di letakkan oleh perisian tersebut.

### 2.5.3 Pemilihan Microsoft Visual Basic

Dalam pemilihan perisian pembangun beberapa kriteria telah diambil antaranya adalah :

#### a. Mesra pengguna

Perisian Microsoft visual basic adalah satu perisian yang dikeluarkan oleh syarikat Microsoft yang mana juga pengeluar perisian sistem pengendali windows 98, ME, 2000 dan windows XP. Melalui kajian pengamatan didapati kebanyakan pengguna komputer di Malaysia adalah menggunakan komputer berformat IBM yang menggunakan perisian sistem pengendali berasaskan windows. Maka tumpuan perisian yang akan dibangunkan sesuai dan lebih mudah difahami oleh pengguna kerana telah biasa menggunakan perisian sistem pengendali windows dan perisian aplikasi yang lain.

b. Mempunyai alatan yang piawai

Seperti diatas Microsoft visual basic mempunyai peralatan yang boleh diletakan pada antaramuka. Kaedah ini akan mengurangkan jangka masa pembinaan perisian simulasi dan dapat mengurangkan kos pembangunan. Bagi pengguna yang telah lama menggunakan perisian ini ruang untuk menukar kod aturcara disediakan dan memudahkan pengguna.

c. Digunakan secara meluas oleh pembangun perisian

Perisian Microsoft visual basic telah lama diperkenalkan oleh syarikat Microsoft. Sehingga kini perisian itu telah mengalami perubahan sehingga kepada keluaran yang ke enam (versi 6.0). melalui pencarian internet yang dilakukan didapati kebanyakan pembangun perisian masih lagi menggunakan perisian ini.

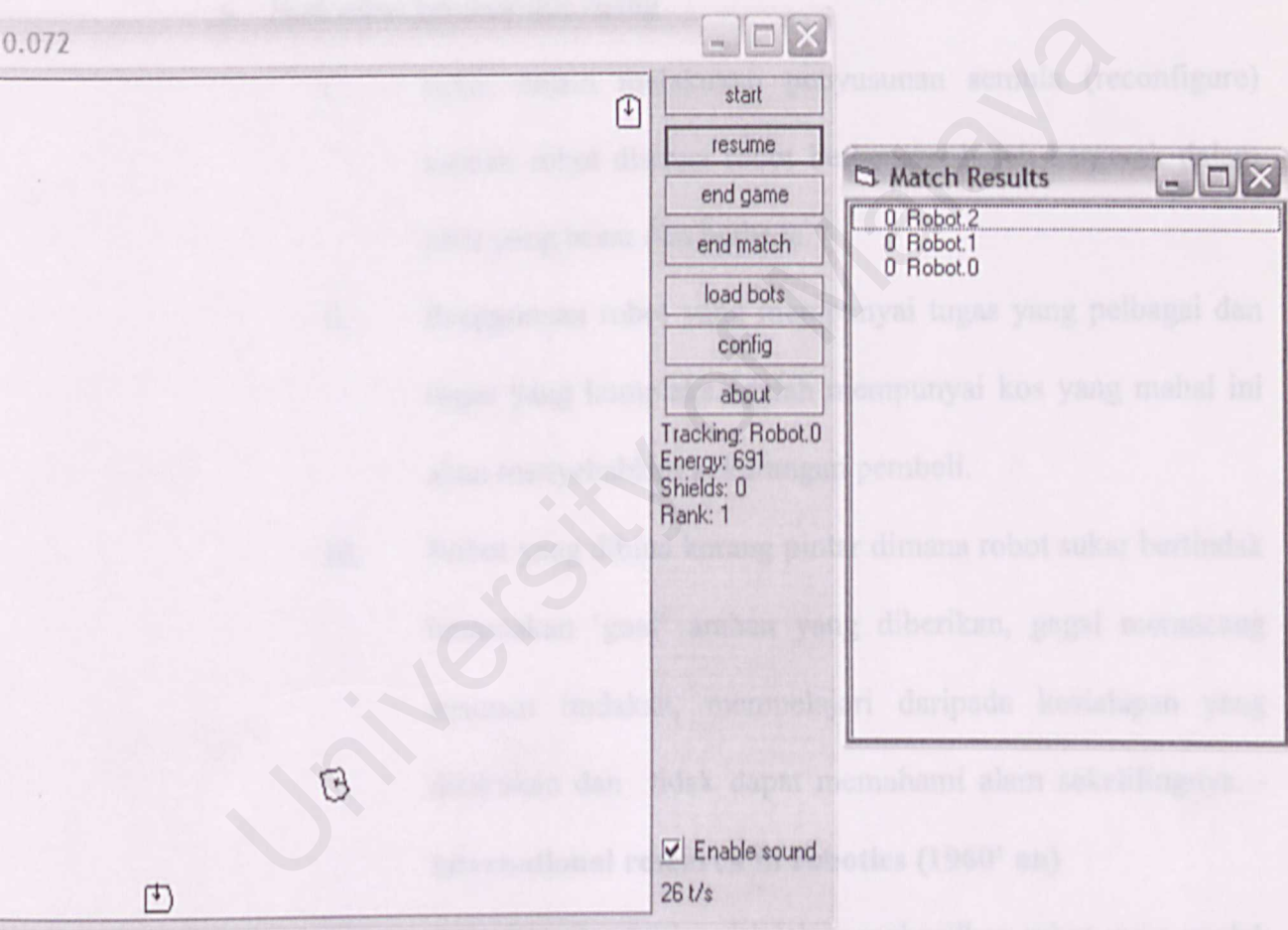
d. Digunakan dalam pembuatan robot

Dalam industri robot terutama dalam pembuatan robot tangan mekanikal, robot di aturcara menggunakan perisian Microsoft visual basic. Ini kerana kebanyakan pengaturcara perisian masih menggunakan perisian ini dalam membangunkan perisian aplikasi.



2.6 Perbandingan perisian yang terdahulu

Melaui pencarian yang dilakukan agak sukar untk mencari makluman mengenai perisian simulasi robot yang dilakukan sebelum ini. Di Malaysia tidak ada satu perisian yang dibangunkan untuk tujuan ini secara komersial dan penyelidikan. Namun pembangunan robot telah mula dijalankan di insitusi – insitusi pengajian tionggi untuk tujuan kajian. Melihat kepada pemerhatian secara lebih luas, perisian seperti ini ada dibangunkan dan untuk tujuan penyelidikan di insitusi – insitusi pengajian tinggi.



Rajah 2.11 Menu utama dan menu catatan perisian VBRobot

2.6.1 Perisian VBRobot

Perisian ini telah dibangunkan oleh David Finch([mef@wave.net](mailto:mef@wave.net)). Perisian ini adalah perisian permainan yang direka olehnya. Penggnuan yang menggunakan perisian ini

boleh meletakkan bilangan robot seberapa banyak yang dikehendaki. Perisian simulasi ini adalah perisian yang tidak menggunakan pentaakulan ruang. Namun perisian ini menunjukkan bahawa perisian simulasi yang akan dibangunkan boleh dilaksanakan.

## 2.7 Cabaran Dalam pembinaan simulasi pergerakan robot

Untuk melakukan sesuatu kerja cabaran dan masalah akan setiasa dihadapi oleh seseorang pembangun perisian. Diantara cabaran yang dihadapi adalah :

- a. Had robot pentaakulan ruang
  - i. sukar dalam melakukan penyusunan semula (reconfigure) sebuah robot dimana robot berkenaan boleh bergerak dalam julat yang besar dan berbeza.
  - ii. Penggunaan robot yang mempunyai tugas yang pelbagai dan tugas yang kompleks adalah mempunyai kos yang mahal ini akan menyebabkan kekurangan pembeli.
  - iii. Robot yang dibina kurang pintar dimana robot sukar bertindak berasaskan 'goal' arahan yang diberikan, gagal merancang susunan tindakan, mempelajari daripada kesialapan yang dilakukan dan tidak dapat memahami alam sekelilingnya. - **international research in robotics (1960' an)**
  - iv. Cabaran yang tertinggi ialah menghasilkan robot yang mudah di beri arahan dan mempunyai kepintaran yang tinggi.

b. Perwakilan objek dari dunia nyata dan susunan objek

Cabaran ini tertumpu kepada pengaturcara program dimana pengaturcara perlu mempunyai banyak pengalaman dalam mewakili objek yang berada didalam dunia nya kedalam komputer untuk memudahkan robot yang dihasilkan dapat memahami keadaan sekeliling. Robot yang dihasilkan tidak dapat mengenalpasti keadaan sekeliling melainkan ianya diberikan melalui program atau sistem pengesanan yang diletakan.



## 2.8 Ringkasan Bab

Secara keseluruhannya, bab ini telah mengulas tentang kajian kesusasteraan yang dibuat berdasarkan beberapa contoh sistem yang telah dibangunkan. Kajian ini adalah perlu bagi memastikan sistem yang akan dibangunkan lebih baik dan memenuhi ciri-ciri yang betul serta memuaskan keperluan pengguna. Contoh-contoh sistem yang ada dapat memberikan idea dan gambaran untuk membangunkan sistem yang terbaik.

# BAB 3 METODOLOGI DAN ANALISA SISTEM

### 3.1 Pendekatan Pembangunan Sistem

Kajian mengenai masalah adalah satu proses yang awal yang diperlukan untuk membangunkan perisian. Sebarang pembangunan sistem perlu mengenalpasti keperluan fungsian dan keperluan bukan fungsian. Seterusnya metodologi memberikan pendekatan spesifik bagi melaksanakan langkah-langkah seperti pendekatan berorientasikan data, pendekatan berorientasikan fungsian, pendekatan berorientasikan objek, dan pendekatan berorientasikan peristiwa.

## BAB 3 METODOLOGI DAN ANALISA SISTEM

Perkara-perkara lain yang perlu diingat ialah bahawa analisis pengiraan yang

akan digunakan untuk membangunkan simulasi robot, dan perkiraan yang akan digunakan untuk membangunkan simulasi robot.

#### 3.1.1 Model Pembangunan

Bagi membina sesuatu perisian model pembangunan Air Terjun Dengan Prototaip telah digunakan. Teknik model digunakan adalah seperti berikut:

- Mewujudkan pemahaman yang sama terhadap aktiviti, sumber dan kekangan
- Membantu mencari ketakonsistenan, lewahan (redundancy) di dalam proses
- Model sepatutnya mencerminkan maklumat pembangunan
- Setiap proses mestilah disusunkan untuk situasi khusus di mana ia akan digunakan

## Methodologi

### 3.1 Pendekatan Pembangunan Sistem

Kajian mengenai masalah adalah satu proses yang awal yang diperlukan untuk membangunkan perisian. Seseorang pembangun sistem perlu mengenalpasti keperluan fungsian dan keperluan bukan fungsian. Seseorang metodologi memberikan pendekatan spesifik bagi melaksanakan langkah-langkah seperti pendekatan berorientasikan data, pendekatan fungsian dan pendekatan berorientasikan objek.

Perkara-perkara lain yang perlu dikaji ialah dari segi bahasa pengaturcaraan yang akan digunakan, senibina sistem komputer, perisian dan perkakasan yang akan digunakan untuk membangunkan simulasi robot.

#### 3.1.1 Model Pembangunan

Bagi membina sesuatu perisian model pembangunan Air Terjun Dengan Prototaip telah digunakan. Tujuan model digunakan adalah seperti berikut:

- Mewujudkan pemahaman yang sama terhadap aktiviti, sumber dan kekangan
- Membantu mencari ketakkekonsistenan, lewahan (redundancy) di dalam proses
- Model sepatutnya mencerminkan matlamat pembangunan
- Setiap proses mestilah disesuaikan untuk situasi khusus di mana ia akan digunakan



### 3.1.2 Model Air Terjun Dengan Prototaip

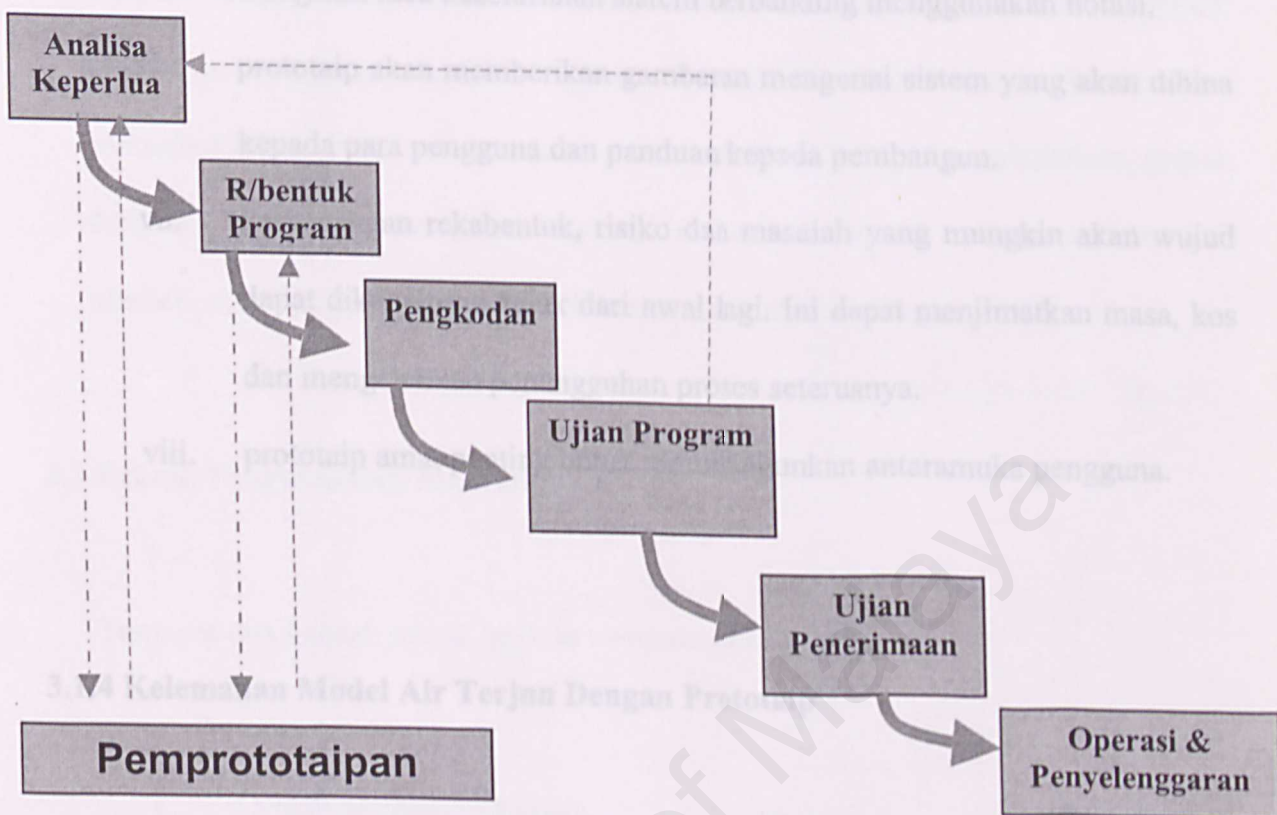
Model Air Terjun Dengan Prototaip adalah satu model yang dibina secara am mengandungi beberapa fungsi utama. Ia adalah satu sistem yang boleh berfungsi yang dapat melaksanakan aktiviti-aktiviti yang dimahukan. Ia juga merupakan satu proses yang membenarkan seseorang pembangun sistem mereka bentuk model sistem awal bagi membenarkan pengguna serta pembangun sistem lebih memahami bagaimana sistem berjalan seperti kehendak mereka.

Model pembangunan akan merapatkan hubungan pembangunan sistem dengan pengguna untuk bersama-sama dalam membangunkan sistem. Perekabentuk sistem juga dapat memberikan idea yang lebih jelas mengenai sesuatu sistem kepada penggunanya kerana model air terjun dengan prototaip ini melibatkan pembangunan model sebahagian sistem berdasarkan kajian awal.

Rajah 3.1 Model prototaip

Model air terjun dengan prototaip boleh digunakan dalam mana-mana fasa dalam sebuah kitar hayat pembangunan sistem. Ia boleh digunakan pada fasa penentuan keperluan sistem, fasa rekabentuk sistem, fasa pembangunan sistem atau pada fasa pengujian dan penilaian. Ini penting kerana fasa-fasa dalam pembangunan sistem memerlukan kajian serta ujian yang berulang bagi mengurangkan risiko dan ketidakpastian. Namun, setiap model ada kelebihan dan kelemahan termasuklah model ini. Yang penting adalah bagaimana kelemahan-kelemahan ini diatasi untuk mengambil manfaatnya.

- ii. Model ini boleh memberikan pembinaan perisian pembangunan tahap-tahap semua proses pembangunan
- iii. Kebanyakan model lain adalah ubahsuai dari model air terjun
- iv. Kebolehan untuk mengkaji rekabentuk sebelum pembangunan sistem dan melihat secara am bagaimana sistem itu akan bekerja.



Rajah 3.1 Model prototaip

### 3.1.3 Kelebihan Model Air Terjun Dengan Prototaip

- i. Mudah diterangkan kepada pelanggan yang tidak biasa dengan pembangunan perisian
- ii. Model ini boleh memberikan pembangun perisian pandangan tahap-tinggi semasa proses pembangunan
- iii. Kebanyakan model lain adalah ubahsuai dari model air terjun
- iv. Kebolehan untuk mengkaji rekabentuk sebelum pembangunan sistem dan melihat secara am bagaimana sistem itu akan bekerja.

- v. Memudahkan perbincangan dengan pengguna atau ahli bukan teknikal mengenai idea keseluruhan sistem berbanding menggunakan notasi.
- vi. prototaip akan memberikan gambaran mengenai sistem yang akan dibina kepada para pengguna dan panduan kepada pembangun.
- vii. Perancangan rekabentuk, risiko dan masalah yang mungkin akan wujud dapat dikenalpasti sejak dari awal lagi. Ini dapat menjimatkan masa, kos dan mengelakkan penangguhan proses seterusnya.
- viii. prototaip amat penting untuk membangunkan antaramuka pengguna.

#### 3.1.4 Kelemahan Model Air Terjun Dengan Prototaip

- i. Model air terjun dengan prototaip memerlukan masa yang agak panjang untuk dibangunkan.
- ii. Adakalanya model air terjun dengan prototaip yang dibangunkan tidak dapat digunakan sebagai rujukan membina sitem sebenar kerana masalah-masalah teknikal yang tidak dapat diselesaikan dan dibiarkan begitu sahaja. Ini menyebabkan pembaziran kos dan masa.
- iii. Banyak perubahan yang mungkin akan dilakukan sepanjang pembangunan sistem. Ini menyebabkan sistem mungkin lapuk.
- iv. Sistem ini mesti dilaksanakan secara berperingkat-peringkat, tidak boleh secara serentak.



### **3.2 Antarmuka Pengguna**

Antarmuka pengguna adalah medium perantaraan di antara sistem dan pengguna. Lazimnya, pengguna melihat sistem dalaman sesuatu sistem berdasarkan antaramukanya. Oleh sebab tujuan utama prtotaip adalah mendapatkan respon daripada pengguna mengenai sistem, maka antarmuka pengguna mestilah direkabentuk dengan baik agar boleh berinteraksi mudah dengan sistem.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Maklumat**

Terdapat dua kaedah utama semasa mengumpulkan maklumat:

- i. Kaedah pengumpulan data.
- ii. Kaedah penulisan.

#### **3.3.1 Kaedah Pengumpulan Data**

Kaedah pengumpulan data adalah kaedah yang digunakan untuk mendapatkan maklumat berkenaan dengan sistem. Maklumat-maklumat yang didapati ini digunakan untuk meningkat kefahaman serta mengenalpasti keperluan pembangunan simulasi ini .

i. **Mengunjungi sistem yang telah ada.**

Untuk melihat contoh-contoh sistem maklumat yang sedia ada, rekabentuk antaramuka pengguna yang sesuai serta ciri-ciri sistem maklumat yang efektif. Namun melalui kajian tiada lagi sistem yang serupa di Malaysia.

ii. **Kaedah melayari internet.**

Dengan kaedah ini pelbagai maklumat yang berkaitan dapat diperoleh seperti teknologi sistem, dan perisian yang berkaitan.

iii. **Kaedah dokumentasi.**

Mengumpulkan data melalui kajian dan analisa terhadap dokumen-dokumen yang berkaitan dengan pembangunan perisian yang diperoleh daripada rakan-rakan, bahan rujukan perpustakaan dan juga koleksi peribadi.

iv. **Buku-buku rujukan.**

Buku-buku rujukan adalah sebagai sumber maklumat berkenalan bahasa serta teknologi pengaturcaraan pembangunan bagi mendapatkan gambaran tentang perisian.

#### v. **Kaedah temubual / temuramah.**

Menemuramah dengan pihak pensyarah yang mempunyai ilmu berkenaan robot, kepintaran buatan dan pembangunan perisian. Kaedah ini dapat membantu untuk mengetahui keperluan sistem dan kehendak pentadbir.

### 3.3.2 **Kaedah Penulisan**

Kaedah penulisan adalah kaedah yang digunakan untuk menyediakan pendokumentasian pembangunan sistem. Kaedah yang digunakan ialah:

#### i. **Kaedah analisa**

Kaedah ini memerlukan penelitian serta membuat analisa terperinci ke atas semua data dan maklumat yang didapati dan disusun ke dalam bentuk yang mudah untuk difahami yang menerangkan keseluruhan aktiviti pembangunan sistem.

#### ii. **Kaedah perbandingan.**

Kaedah ini melibatkan perbandingan di antara beberapa maklumat yang didapati dan membuat kesimpulan yang terbaik. Perbandingan di sini melibatkan perbandingan di antara sistem-sistem maklumat kiosk yang sedia ada.

### 3.4 Sasaran Pengguna Sistem

Terdapat satu kategori pengguna yang dijangka akan menggunakan sistem ini iaitu pengguna.



### 3.4.1 Pengguna Fungsian Sistem

Pengguna terdiri daripada pelajar, pensyarah pengkaji dan sebagainya yang menggunakan perisian ini untuk tujuan penyelidikan dan pendidikan. Perlu diketahui bahawa keluasan simulasi ini diandaikan sebagai satu tingkat bangunan dimana pengguna akan meletakkan kedudukan objek seperti bilik, meja, permaidani, pintu dan sebagainya.

Pengguna boleh meletakkan dimana sahaja objek yang dikehendaki didalam ruang simulasi. Perkara ini akan memudahkan dan menjadikan perisian bersifat bolehubah pada simulasi.

### 3.5 Analisis Keperluan Sistem

Analisis keperluan sistem menerangkan perkara yang boleh dilaksanakan oleh sistem bagi memenuhi tujuan sistem tersebut. Keperluan pengguna diberi penekanan dalam fasa ini. Menurut **Shari Lawrance Pfleeger**<sup>1</sup>, untuk mendapatkan keperluan sistem ianya dibahagi kepada dua bahagian iaitu keperluan fungsian dan bukan keperluan fungsian.

---

<sup>1</sup> Software Engineering Theory and Practice, 2<sup>nd</sup>, Prentice Hall, 2001, United States

### 3.5.1 Keperluan Fungsian Sistem

Keperluan fungsian sistem merujuk kepada fungsi-fungsi yang perlu ada pada sistem bagi membolehkan sistem tersebut berfungsi mengikut kehendaknya. Simulasi akan mengumpul maklumat yang diletakkan oleh pengguna melalui antaramuka pengguna.

Untuk memudahkan penganalisan dan perancangan pembangunan, dibahagikan kepada beberapa modul iaitu:

#### i. Modul Menu Utama

Modul ini paparkan butang-butang menu yang menghubungkan modul-modul lain. Modul ini juga merupakan skrin utama sistem ini. Pada ruang paparan simulasi skrin ini, terpapar kedudukan objek yang diletakkan oleh pengguna. Pengguna akan menekan butang objek yang hendak diletakkan dan modul yang kedua akan dibuka. Setelah modul maklumat mengenai objek diletakkan oleh pengguna ianya akan meletakkan anak panah tetikus pada ruang simulasi untuk pengguna meletakkan kedudukan objek yang sebenar. Objek-objek yang telah diletakkan akan dihubungkan dengan objek yang lain oleh bahagian pengiraan hubungan objek.

#### ii. Modul Menu Objek

Pada modul ini pengguna akan memasukkan data berkenaan objek seperti panjang, lebar, jejari, dan memilih bentuk objek. Segala maklumat akan diambil dan dihantar ke bahagian pengiraan objek. Objek akan dikira keluasan dan diberikan pada bahagian pengiraan pergerakan robot.



### iii. **Modul Pergerakan Robot**

Modul Pergerakan Robot akan berfungsi membuat pengiran mengenai pergerakan yang akan diambil oleh robot melalui data yang diambil daripada pengguna. Robot akan menentukan jalan yang akan diambil olehnya dan memulakan pergerakan.

### iv. **Modul Hubungan Objek**

Objek yang telah diletakkan akan dikira hubungan yang terhasil diantara objek dengan objek lain. Hubungan seperti objek A berada didalam objek B, objek A berada disebelah objek B, objek A bersentuhan dengan objek B dan objek A menindan objek B akan terhasil didalam perisian simulasi. Hubungan ini adalah hubungan yang erhasil di dunia nyata.

## 3.5.2 **Bukan Keperluan Fungsian Sistem**

Bukan keperluan fungsian merujuk kepada perkara-perkara yang melibatkan pandangan daripada pengguna. Ia bukanlah fungsi-fungsi yang ditawarkan oleh sistem tetapi had-had terhadap fungsi-fungsi ini. Di antara perkara-perkara subjektif yang melibatkan bukan keperluan fungsian adalah seperti berikut:

### i. **Kemodularan**

simulasi ini akan dibangunkan secara modul. Ia akan dibina secara berasingan dan kemudian akan dihubungkan serta digabungkan untuk menjadi



satu perisian yang lengkap. Penggunaan teknik kemodularan menyebabkan pengubahsuaian senang dilaksanakan.

#### ii. **Mesra pengguna**

Antaramuka pengguna direkabentuk dengan teliti supaya menarik dan mudah digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sistem. Rekabentuknya disesuaikan dengan situasi halaman dan tidak menyulitkan pengguna untuk memahami persekitaran simulasi.

#### iii. **Kebilehubahsuaian simulasi**

kedudukan dan bilangan objek yang boleh diletakkan oleh pengguna adalah terhadap dengan nilai yang banyak . Namun, penghadan ini perlu untuk memastikan hubungan yang terhasil adalah logik, sesuai dan tidak terlalu padat. Pada pandangan dunia nyata manusia akan menyusun objek dengan berbagai cara dan tidak terlalu padat dan kebanyakannya adalah secara ringkas.

#### iv. **Kebilehpercayaan**

Perisian ini diuji beberapa kali untuk memastikan ianya akan beroperasi dengan sempurna tanpa mengalami kekerapan kegagalan yang banyak. Segala perjalanan modul perisian yang terdapat dalam perisian ini akan dikaji terlebih dahulu dan disahkan betul sebelum dikeluarkan.

#### v. **Ketepatan**

Maklumat yang diperolehi adalah secara terus daripada pengguna melalui pengiraan yang sistematik. Oleh itu, segala maklumat adalah tepat kecuali ralat yang disebabkan oleh pihak pengguna secara tidak sengaja.

#### vi. **Masa tindak balas**

Sistem harus memberikan tindakbalas terhadap permintaan pengguna dalam julat masa yang munasabah. Ia tidak seharusnya membiarkan pengguna jemu menunggu. Masa tindakbalas antara aplikasi dengan pengguna adalah pantas dan tidak mengambil masa yang terlalu lama untuk mengira perarakkan yang diambil dan di tunjukkan kepada pengguna.

### **3.6 Pemilihan Bahasa Pengaturcaraan**

Pelbagai cara atau metod boleh digunakan untuk membangunkan sistem. Kajian perlu dijalankan untuk menentukan apakah perisian atau jenis bahasa pengaturcaraan yang sesuai digunakan untuk membangunkan sistem supaya sistem dapat disiapkan tepat pada masanya dan mencapai objektifnya. Ia juga berasaskan kepada pengetahuan yang ada terhadap sesuatu bahasa dan perisian serta kebolehannya untuk memenuhi kehendak sistem. Antara kriteria pemilihan bahasa pengaturcaraan ialah:

- i. Bahasa pengaturcaraan harus memudahkan rekabentuk antaramuka pengguna.



- ii. Bahasa pengaturcaraan yang memudahkan dan menyokong animasi.
- iii. Kecenderungan dan keserasian pengaturcara dengan bahasa pengaturcaraan.
- iv. Bahasa pengaturcaraan yang sesuai dengan sistem pengendalian dan perkakasan komputer yang digunakan.

### 3.6.1 *Microsoft Visual Studio (Visual Basic)*

*Microsoft Visual Studio* dipilih untuk pembinaan simulasi dimana ia adalah perisian yang mempunyai alatan (*tools*) mudah difahami. Alatan ini adalah mudah digunakan kerana ia mempunyai ikon-ikon yang mengekalkan tradisi iaitu menyerupai ikon pada perisian yang sedia ada seperti pada *paint*, *word* dan sebagainya. Oleh sebab, ikon mudah dicam dan difahami alatan itu tidak sukar untuk diguna.

Tutorial bagi pengaturcara awalan untuk menggunakan perisian ini mudah didapati dan telah banyak pengaturcara yang menggunakannya. Alatan yang terdapat juga memudahkan perekaan animasi dan aplikasi. Pemilihan warna dan bunyi juga adalah sangat mudah. Selain itu gambar, dan bunyi juga boleh dimuatkan dalam perisian daripada fail lain dengan mudah. Melaui kajian yang dijalankan didapati juga penggunaan visual basic didalam industri pembuatan robot telah lama digunakan. Secara amnya, perisian ini menyokong pelbagai aplikasi termasuk animasi dan sangat mudah diguna oleh pelbagai peringkat pengaturcara. Antara ciri-ciri yang penting dan kelebihan yang terdapat dalam perisian ini adalah:



○ **Antaramuka piawai**

- Antaramuka disusun supaya integrasi antara produk dipermudahkan. Pengguna yang ingin menggunakan pelbagai alatan piawai untuk tugas

○ **Sesuai disemua peringkat pengaturcara**

- Antara sifat yang dimiliki oleh visual basic adalah ianya mudah digunakan terutama kepada peringkat permulaan kerana perisian itu mempunyai alatan bantuan (tool) yang lengkap dan mudah difahami. Bagi pengaturcara yang mahir bahagian aturcara juga boleh dilihat dan diubah. Untuk menyediakan komponen seperti kotak senarai dan menu dan seterusnya menghantar komponen-komponen ini sebagai fungsian tunggal kepada pengguna lain dan penggunaan semula.

○ **Bunyi dan gambar (*Sound and Vision*)**

- Visual basic juga menyokong penggunaan gambar, animasi, suara lancar dan sempurna. Maklumat-maklumat yang telah diperoleh semasa kajian awal ditukar ke dalam bentuk yang lebih mudah difahami untuk membantu pembangunan sistem.

### 3.7 Ringkasan Bab

Fasa metodologi merupakan fasa merancang pembangunan sistem. Perancangan ini boleh dilihat dari segi pemilihan model pembangunan sistem. Bagi perisian simulasi ini, model air terjun dengan prototaip akan digunakan kerana model air terjun mudah difahami dan prototaip sistem membenarkan pembangun mendapat idea secara keseluruhan tentang sistem yang hendak dibangunkan. Maklumat-maklumat diperlukan untuk meningkatkan kefahaman tentang sistem. Namun, untuk mendapatkan maklumat yang berguna, teknik-teknik tertentu perlu digunakan semasa pengumpulan maklumat.

Analisis keperluan menerangkan tentang keperluan fungsi atau model-model yang ada dalam sistem tersebut. Selain itu, bukan keperluan fungsi juga perlu dikenalpasti untuk merekabentuk dan membangunkan sebuah sistem yang menepati kehendak pengguna.

Bahasa pengaturcaraan juga harus dipilih secara teliti untuk memastikan keserasiannya dengan sistem yang hendak dibangunkan. Selain itu, keperluan sistem juga hendaklah dikenalpasti agar kelancaran pembangunan sistem tidak terganggu.

Dengan adanya fasa ini, pembangunan sistem dapat dilaksanakan dengan lebih lancar dan sempurna. Maklumat-maklumat yang telah diperolehi semasa kajian awal ditukar ke dalam bentuk yang lebih mudah difahami untuk membantu pembangunan sistem.

### 4.1 Pengenalan

Fasa rekabentuk adalah fasa yang utama yang menterjemahkan keperluan-keperluan sistem kepada ciri-ciri sistem yang diperlukan untuk pembangunan. Ia merupakan satu proses kreatif untuk menyediakan penyelesaian terhadap sesuatu permasalahan.

Terdapat dua bahagian rekabentuk iaitu:

## BAB 4 REKABENTUK

- i. Rekabentuk fungsional merujuk kepada rekabentuk terancang yang menerangkan sistem secara keseluruhan kepada pengguna sistem.
- ii. Rekabentuk teknikal merujuk kepada rekabentuk yang akan digunakan oleh pembangun untuk membina sistem dengan lebih mendalam terutamanya mengenai perkakasan dan perisian yang akan perlu bagi membangunkan sistem dan menyelesaikan masalah yang dihadapi.

Untuk memastikan pembangunan simulasi berjalan lancar dan sistematik, terdapat dua rekabentuk utama yang perlu diberi perhatian :

- i. Rekabentuk program
- ii. Rekabentuk antaramuka pengguna



## REKABENTUK SISTEM

### 4.1 Pengenalan

Fasa rekabentuk adalah fasa yang utama yang menterjemahkan keperluan-keperluan sistem kepada ciri-ciri sistem yang diperlukan untuk pembangunan. Ia merupakan satu proses kreatif untuk menyediakan penyelesaian terhadap sesuatu permasalahan.

Terdapat dua bahagian rekabentuk iaitu:

- i. Rekabentuk konseptual adalah perancangan rekabentuk terancang yang menerangkan sistem secara keseluruhan kepada pengguna sistem.
- ii. Rekabentuk teknikal merujuk kepada rekabentuk yang akan digunakan oleh pembangun untuk memahami sistem dengan lebih mendalam terutamanya mengenai perkakasan dan perisian yang akan perlu bagi membangunkan sistem dan mengatasi masalah yang dihadapi.

Untuk memastikan pembangunan simulasi berjalan lancar dan sistematik, terdapat dua rekabentuk utama yang perlu diberi perhatian :

- i. Rekabentuk program
- ii. Rekabentuk antaramuka pengguna

## 4.2 Teknik Rekabentuk

Matlamat fasa rekabentuk adalah untuk perisian simulasi yang efektif, mudah diselenggarakan, ramah pengguna dan boleh dipercayai. Maka, simulasi robot ini menggunakan pendekatan pemodelan objek.

Melalui cara ini, kelas-kelas ini objek beserta hubungan akan dikenalpasti. Secara am, objek-objek atau atribut-atrubit akan ditambah secara beransur-ansur mengikut keperluan yang diperlukan sepanjang proses pembangunan sistem.

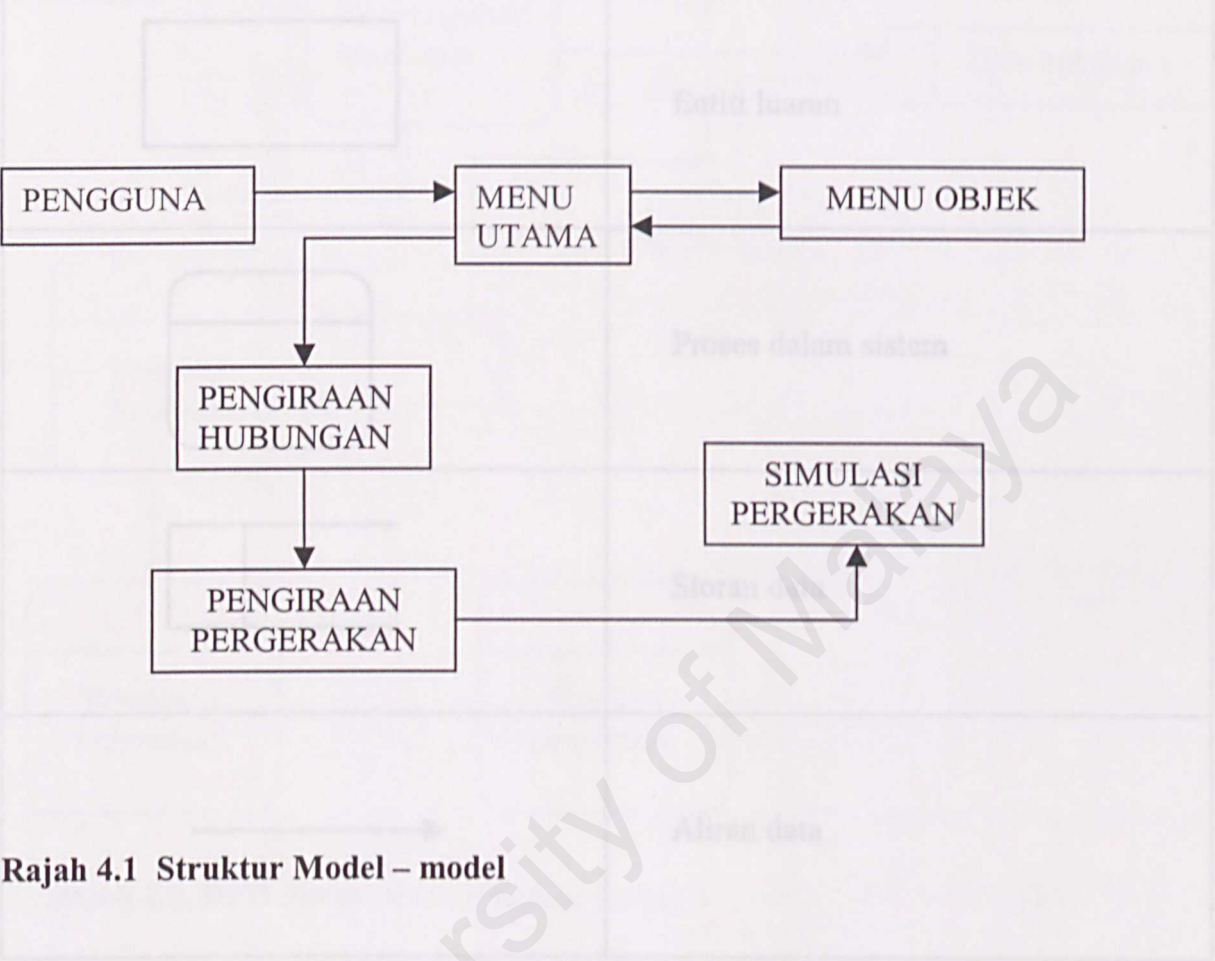
## 4.3 Proses Rekabentuk

### 4.3.1 Rekabentuk Program

#### 4.3.1.1 Struktur Sistem

Rekabentuk program ini boleh dilihat dengan mengenalpasti dan menganalisa struktur sistem. Seperti yang telah diterangkan, sistem ini akan dibangunkan menggunakan pendekatan modular. Cabang-cabang dalam menu ditakrif dan disusun. Ia merupakan satu cara terbaik untuk para pengguna memahami struktur pembinaan sistem ini.

Rekabentuk ini berasaskan kepada cara sistem memenuhi keperluan dan ia melibatkan pertimbangan maklumat yang diperlukan. Bermula dengan input yang dijangka akan dimasukkan, ia berakhir dengan output yang mungkin akan diperoleh.



Rajah 4.1 Struktur Model – model

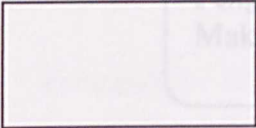
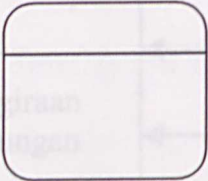
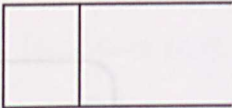

4.3.1.2 Rajah Aliran Data

Jadual 4.1 Simbol dalam Aliran Data (DFD)

Aliran data menunjukkan pengaliran maklumat di dalam dan luar sistem. Rekabentuk aliran data menghasilkan satu pendekatan sistematik dalam menggambarkan struktur program dan pandangan menyeluruh bagi laman ini.

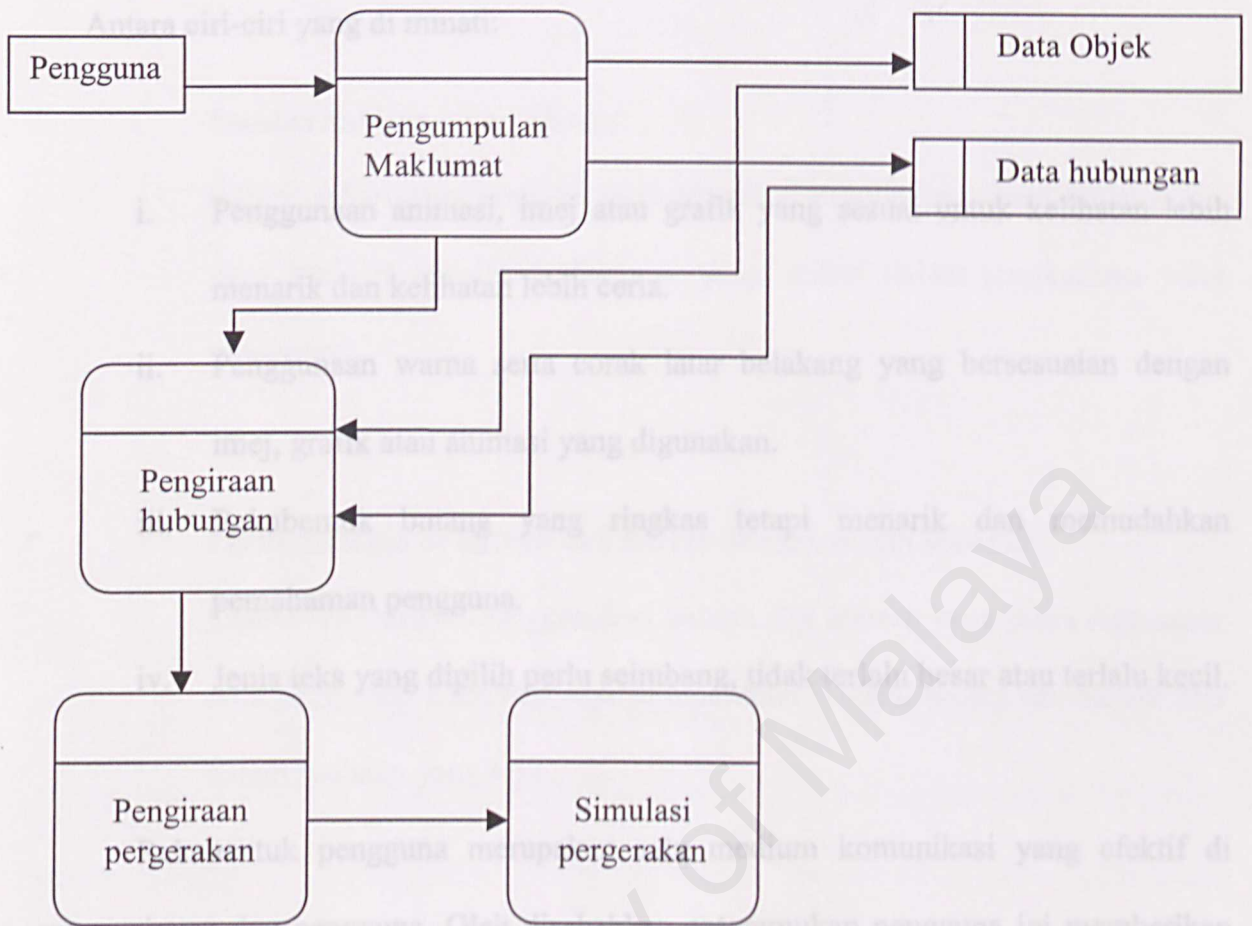


Berikut adalah penerangan simbol rajah aliran data (DFD).

	Entiti luaran
	Proses dalam sistem
	Storan data
	Aliran data

Jadual 4.1 Simbol Rajah Aliran Data (DFD)

Antaramuka pengguna adalah sesuatu yang diskrin yang boleh dilihat yang membenarkan pengguna berinteraksi dengan sistem secara langsung. Rekabentuk antara muka pengguna perlu diberi penekanan yang lebih kerana ia melibatkan penyertaan pengguna. Maka, rekabentuknya harus jelas, ringkas dan mudah untuk dikendalikan dan difahami oleh pengguna.



**Rajah 4.2 DFD Paras sifar : simulasi robot**

#### 4.3.2 Rekabentuk Antaramuka Pengguna

Antaramuka pengguna adalah sesuatu yang diskrit yang boleh dilihat yang membenarkan pengguna berinteraksi dengan sistem secara langsung. Rekabentuk antara muka pengguna perlu diberi penekanan yang lebih kerana ia melibatkan penyertaan pengguna. Maka, rekabentuknya harus jelas, ringkas dan mudah untuk dikendalikan dan difahami oleh pengguna.

#### 4.3.3.1 Sepuluh Pendekatan Heuristik (ten Usability Heuristics)

Antara ciri-ciri yang di minati:

- i. Penggunaan animasi, imej atau grafik yang sesuai untuk kelihatan lebih menarik dan kelihatan lebih ceria.
- ii. Penggunaan warna serta corak latar belakang yang bersesuaian dengan imej, grafik atau animasi yang digunakan.
- iii. Rekabentuk butang yang ringkas tetapi menarik dan memudahkan pemahaman pengguna.
- iv. Jenis teks yang dipilih perlu seimbang, tidak terlalu besar atau terlalu kecil.

Rekabentuk pengguna merupakan satu medium komunikasi yang efektif di antara sistem dan pengguna. Oleh disebabkan antaramuka pengguna ini memberikan persepsi terhadap keseluruhan sistem kepada pengguna, ia haruslah direkabentuk dengan teliti dan baik. Jika terdapat sistem yang hebat namun antaramuka penggunaanya tidak mampu menyediakan interaksi yang baik dengan penggunaanya, ia tetap tidak bermakna kerana kewujudan sesuatu sistem adalah kerana permintaan daripada pengguna.

Terdapat sepuluh pendekatan heuristik yang boleh digunakan sebagai panduan kepada seseorang pembangun semasa merekabentuk antaramuka pengguna sistem.



#### 4.3.2.1 Sepuluh Pendekatan Heuristik (*ten Usability Heuristics*)

i. **Pemberitahuan status sistem**

Sistem seharusnya sentiasa memaklumkan kepada pengguna tentang apa yang berlaku melalui tindakbalas yang sesuai dalam jangkamasa yang munasabah.

ii. **Perbandingan di antramuka sistem dengan dunia sebenar**

Sistem seharusnya menggunakan bahasa dan konsep yang biasa digunakan oleh pengguna, membuat supaya maklumat muncul secara semulajadi dan dalam susunan yang logik.

iii. **Kawalan dan kebebasan pengguna**

Pengguna seharusnya diberikan kawalan untuk meninggalkan sesuatu keadaan yang tidak diingini (*unwanted state*) tanpa perlu melalui prosedur yang panjang.

iv. **Kepiawaian dan konsisten**

Pengguna hanya perlu mengikut perhimpunan platform (platform yang biasanya digunakan oleh orang ramai dan diterima pakai).

v. **Pencegahan ralat**

Adalah lebih baik untuk mengelakkan sebarang masalah timbul daripada memaparkan mesej ralat.

vi. **Pencaman berbanding imbasan kembali**

Pengguna tidak perlu mengingati maklumat daripada satu bahagian dialog kepada lain yang lain. Arahan untuk sistem sepatutnya dapat dilihat atau mudah untuk di panggil kembali sekiranya diperlukan.

vii. **Rekabentuk yang menarik dan minima**

Dialog tidak perlu mengandungi maklumat yang tidak relevan.

viii. **Pengguna yang fleksibel dan efisien**

Sistem yang seimbang dapat digunakan sepenuhnya oleh pengguna baru atau yang sudah mahir. Membenarkan pengguna untuk mengambil tahu kekerapan tindakan.

ix. **Membantu pengguna mengenalpasti dan memulihkan kesalahan**

Mesej kesilapan dipaparkan dalam bahasa yang mudah difahami, secara tepat memberitahu masalah yang timbul dan menyediakan penyelesaian sesuai.

x. **Bantuan dan dokumentasi**

Adalah lebih baik menyediakan segmen 'help' (bantuan) dan dokumentasi yang sesuai. Maklumat ini harus senang dicari, focus pada kerja pengguna

dan senarai langkah yang perlu dilaksanakan, dan bahagian ini tidak perlu terlalu besar.

#### 4.3.2.2 Cadangan Rekabentuk Mengikut Modul

i. **Modul menu utama**

Skrin pertama yang akan dipaparkan adalah laman menu yang mempunyai pautan untuk menghubungi menu-menu lain. Disamping itu menu utama juga mempunyai ruangan untuk pengguna mengisi objek yang ingin diletakkan. Simulasi pergerakan robot juga akan dilaksanakan didalam paparan ini. Apabila pengguna menekan butang 'laksana' simulasi akan dimulakan.

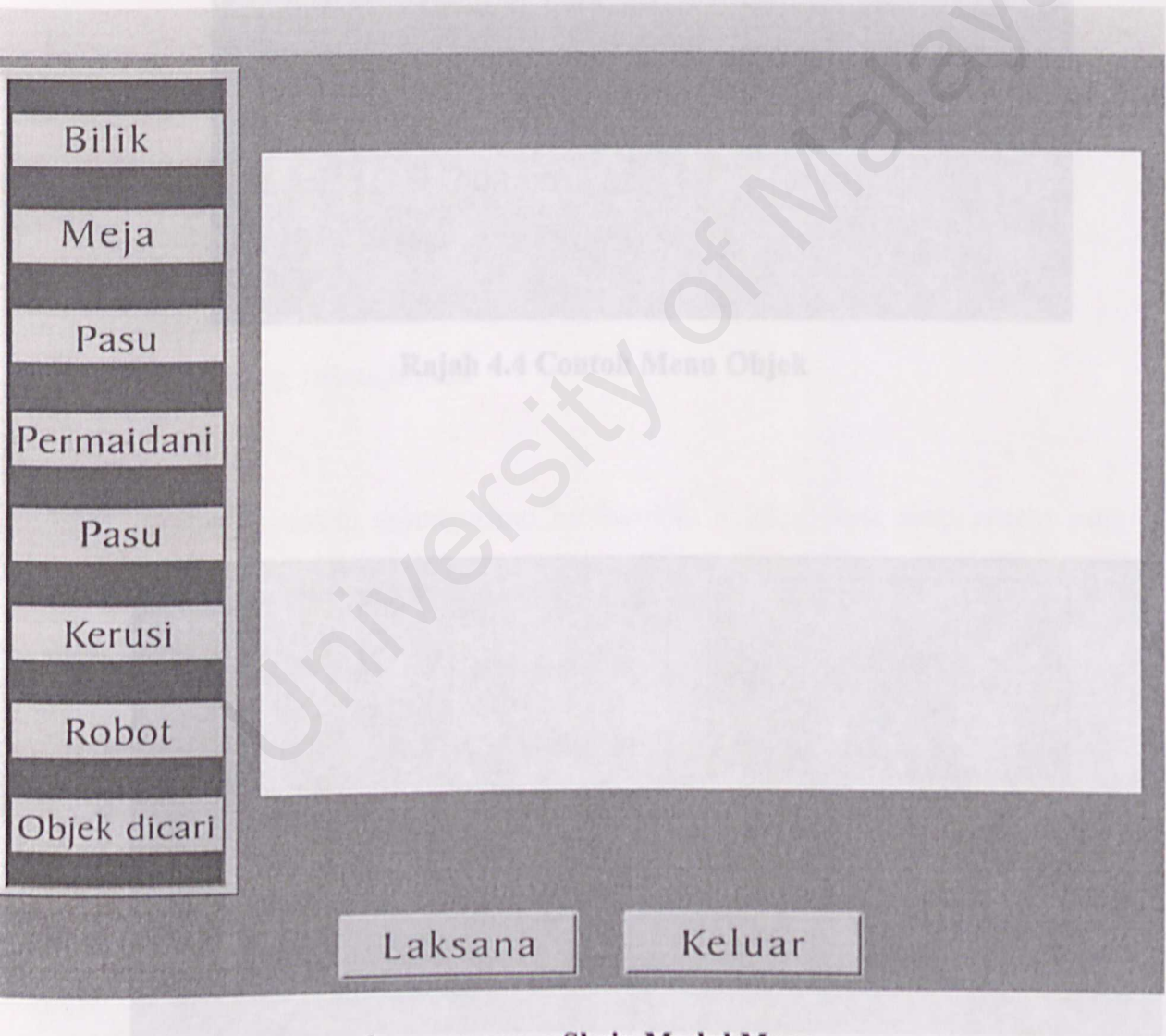
ii. **Modul Menu Objek**

Menu ini akan meminta pengguna memasukkan maklumat berkenaan objek yang ingin dimasukkan. Antara kandungan menu adalah panjang objek, bentuk dan warna. Butang OK dan batal akan diletakkan secara statik dimana pengguna akan mudah mengingat kedudukan butang. Setelah pengguna menekan butang OK menu ini akan dipadam dan kembali kepada menu utama.



4.4 Antaramuka pengguna

Perekaan antaramuka adalah sangat penting dalam fasa rekabentuk. Perekaan antaramuka perlulah mengikut model masing-masing. Walaubagaimanapun antaramuka yang direka perlulah konsisten antara satu sama lain. Oleh itu, satu contoh antaramuka bagi modul menu utama telah direka. Antaramuka bagi modul-modul lain akan menyerupai antaramuka modul menu utama dengan sedikit perubahan mengikut modul masing-masing. Berikut adalah antaramuka bagi modul menu utama. Antaramuka ini telah direka untuk dengan menggunakan persian Adobe photoshop :



Rajah 4.3 Antaramuka pengguna : Skrin Modul Menu

Meja

Bentuk

▼

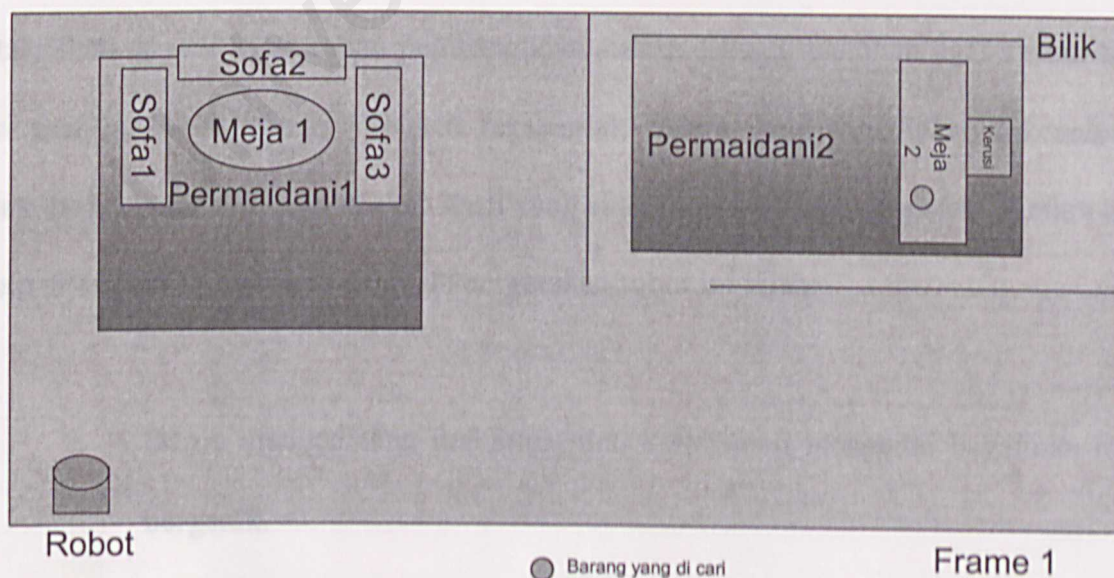
Panjang

Lebar

Terima

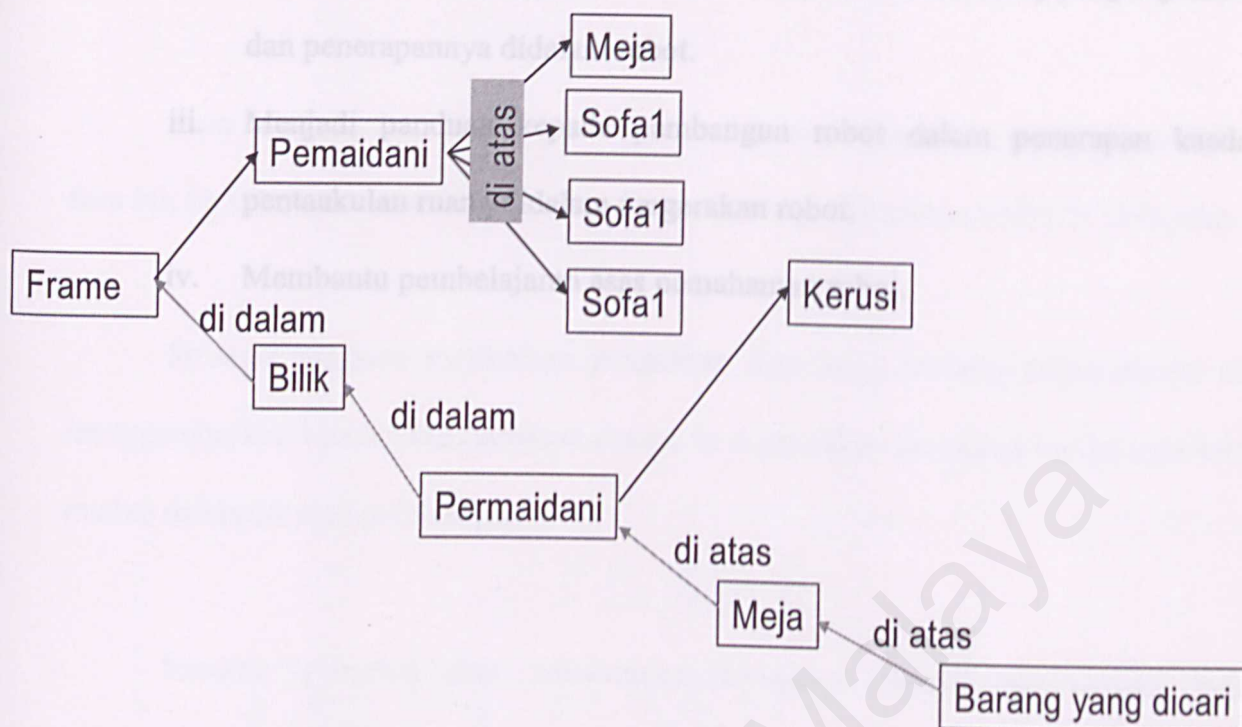
Batal

Rajah 4.4 Contoh Menu Objek



Rajah 4.5 Contoh paparan simulasi robot





**Rajah 4.6 Contoh hubungan objek yang terhasil dan pentaakulan yang dilakukan oleh robot**

#### 4.5 Hasil yang Dijangkakan

Setiap sistem dibangunkan berdasarkan objektif serta skop sistem yang telah ditakrifkan di saat awal kajian pembangunan sistem sebagai panduan agar sistem tidak lari dari landasan sebenar. Setelah rekabentuk sistem yang dimahukan dikenalpasti, sistem boleh menjangkakan apakah hasil yang akan didapati daripada sistem. Antara hasil yang dijangkakan daripada simulasi pergerakan robot ini ialah:

- Dapat menyediakan maklumat dan kefahaman mengenai bagaimana robot bergerak.



- 4.6 Rancangan
- ii. Memeberikan gambaran awal mengenai pentaakulan ruang yang digunakan dan penerapannya didalam robot.
  - iii. Menjadi panduan kepada pembangun robot dalam penerapan kaedah pentaakulan ruang didalam pergerakan robot.
  - iv. Membantu pembelajaran asas pemahaman robot.

Struktur program melibatkan pengaliran data yang berlaku dalam sistem dan menggambarkan keseluruhan struktur sistem. Ia dipisahkan menjadi model agar lebih mudah difahami oleh pembangun.

Struktur program dan antaramuka pengguna akan berdasarkan logik pembangun sistem. Keseluruhan rekabentuk ini dikira sebagai rekabentuk versi pertama kerana biasanya perubahan akan dilakukan terhadap sistem berdasarkan keperluan apabila sistem mula dibangunkan.

## 4.6 Ringkasan Bab

Fasa rekabentuk adalah fasa terakhir sebelum pelaksanaan pengkodan. Dalam fasa ini, semua perkara-perkara penting dirumuskan agar perjalanan sistem lebih jelas.

Struktur program melibatkan pengaliran data yang berlaku dalam sistem dan menggambarkan keseluruhan struktur sistem. Ia dipecahkan mengikut model agar lebih mudah difahami oleh pembangun.

Struktur program dan antaramuka pengguna direka berdasarkan logik pembangun sistem. Kesemua rekabentuk ini dikira sebagai rekabentuk versi pertama kerana biasanya perubahan akan dilakukan terhadap sistem berdasarkan keperluan apabila sistem mula dibangunkan.

### 5.1 Pendahuluan

Di dalam fase ini, keperluan dan rekabentuk sistem yang telah dibincangkan akan dimukakan ke dalam bentuk kod sumber. Ini bertujuan bagi melaksanakan segala proses yang berkaitan yang terdapat dalam perancangan.

## BAB 5 IMPLEMENTASI SISTEM

Aktiviti-aktiviti yang terlibat dalam proses pengaturcaraan ini adalah melibatkan model awal yang dapat dikompilasi dan dijalankan oleh komputer peribadi. Selain itu, proses-proses pengujian akan dilakukan terhadap model-model sumber yang ditulis bagi menguji nilai yang terdapat dalam program dan membentulkannya sehingga sistem yang ditulis dapat berjalan dengan sempurna dan memenuhi kriteria yang ditetapkan.



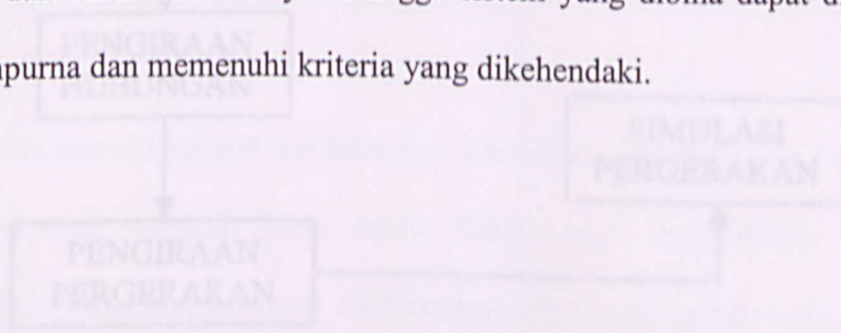
## IMPLEMENTASI SISTEM

### 5.1 Pendahuluan

Di dalam fasa ini, keperluan dan rekabentuk sistem yang telah dibincangkan akan ditukarkan ke dalam bentuk kod aturcara. Ini bertujuan bagi melaksanakan segala proses yang berkaitan yang terdapat dalam keseluruhan sistem yang ingin dibangunkan ini.

Pada peringkat ini, proses implementasi melibatkan pentjemahan segala logik bagi setiap spesifikasi aturcara yang dibuat semasa fasa analisis dan rekabentuk sistem kepada kod-kod arahan mengikut bahasa ataupun teknologi yang sudah dipilih.

Aktiviti-aktiviti yang terdapat dalam proses pengaturcaraan ini adalah melibatkan modul-modul yang dapat dikompilasi dan dilarikan oleh komputer peribadi. Seterusnya, proses-proses pengujian akan dilaksanakan terhadap modul-modul aturcara yang ditulis bagi mengesan ralat yang terdapat dalam pengkodan dan membentulkannya sehingga sistem yang dibina dapat dilarikan dengan sempurna dan memenuhi kriteria yang dikehendaki.



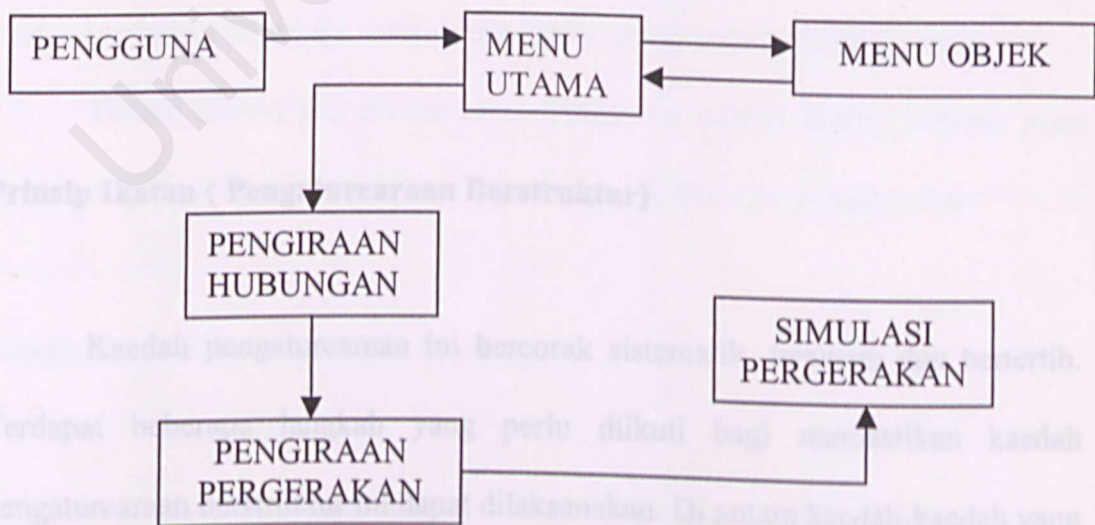
Rajah 5.1 Imbasan simulasi ralat MRI

5.2 Pengkodan sistem

Faktor penting yang perlu diberi perhatian keutamaan ialah berkenaan dengan struktur antaramuka dan sistem-sistem yang terdapat di dalamnya. Kekuatan sistem ini bergantung kepada kekuatan bagi setiap modul agar dapat melaksanakan tugas dengan lancar. Setiap modul yang diwujudkan ini mempunyai keistimewaan tersendiri dan memerlukan kerja-kerja pengaturcaraan yang berbeza. Ada sesetengah modul memerlukan perhatian yang lebih. Terdapat

beberapa faktor yang perlu diambil kira dalam memastikan proses pengkodan dapat dilaksanakan dengan baik, cepat dan berkesan. Ketika pembinaan kod atucara pelbagai perubahan juga turut berlaku, ianya bergantung kepada sejauh mana pengaturcara itu mendalami kod bahasa yang sedang digunakan. Beberapa kaedah piawai digunakan agar pemeriksaan selepas ini akan lebih mudah dan cepat.

5.2.1 Metod Pengaturcaraan



Raiah 5.1 Imbasan modul simulasi robot MRI

Modul-modul fungsi yang terdapat dalam sistem ini direkabentuk berdasarkan kepada persamaan logik, keperluan-keperluan data dan maklumat serta jujukan fungsi. Dua prinsip utama yang dipraktikkan dalam pembangunan sistem ini ialah prinsip gandingan dan prinsip ikatan. Prinsip gandingan digunakan untuk menghasilkan aturcara bermodul manakala prinsip ikatan pula bagi menghasilkan kod aturcara yang berstruktur.

#### 5.2.1.1 Prinsip Gandingan (Prinsip Pengaturcaraan Bermodul)

Konsep ini adalah merupakan satu teknik pengaturcaraan yang membahagikan suatu permasalahan yang kompleks dan rumit kepada bahagian-bahagian yang lebih kecil bagi memudahkan pengaturcaraan menulis kod aturcara. Teknik digunakan untuk melaksanakan beberapa modul yang terdapat dalam sistem ini bagi membolehkan segala kerumitan yang dihadapi dapat difahami dan diselesaikan dengan lebih mudah.

#### 5.2.1.2 Prinsip Ikatan ( Pengaturcaraan Berstruktur)

Kaedah pengaturcaraan ini bercorak sistematik, tersusun dan bertertib. Terdapat beberapa langkah yang perlu diikuti bagi memastikan kaedah pengaturcaraan berstruktur ini dapat dilaksanakan. Di antara kaedah-kaedah yang digunakan ialah:



i. Set arahan bercabang tanpa syarat hendaklah dihapuskan atau dikurangkan penggunaannya di dalam setiap modul aturcara.

ii. Set arahan yang terkandung di dalam setiap rutin aturcara hendaklah berdasarkan kepada satu logik. Ini bertujuan memastikan bahawa ia mengandungi satu sahaja punca kemasukan dalam rutin serta punca keluar daripada rutin.

iii. Bagi setiap rutin pula hendaklah mengandungi kod-kod yang lengkap dengan beberapa komen ringkas yang boleh difahami jika memerlukan sebarang rujukan kelak.

### 5.2.2 Teknik Pemprosesan Sistem

Kaedah pemprosesan yang seperti dinyatakan dalam kertas cadangan projek bagi sistem ini juga merupakan faktor pengaturcaraan yang penting.

Dalam sistem ini, pemprosesan sistem ini adalah bukan berjenis mssa nyata yang memerlukan penelitian terhadap perubahan dan keselamatan.

### 5.2.3 Penggunaan Utiliti dan Rutin Sepunya

- Analisa perlu dibuat dengan teliti ke atas setiap modul dan rutin aturcara yang hendak dibangunkan. Dengan cara ini, dapat ditentukan kemungkinan bagi

membangunkan modul tertentu dengan perisian yang telah sedia ada. Terdapat juga beberapa rutin aturcara yang digunakan dalam proses pembangunan antaramuka-antaramuka atau sistem-sistem lain yang boleh digunakan semula dalam membangunkan sistem ini. Ia sedikit sebanyak membantu mengurangkan masa pembangunan aturcara dan masa yang lain itu boleh diperuntukan bagi modul-modul lain yang lebih kompleks.

### **5.3 Perlaksanaan Pengaturcaraan sistem**

Terdapat beberapa tugas penting yang perlu dilakukan dalam melaksanakan proses ini. Pada peringkat ini pengetahuan yang mendalam mengenai bahasa pengaturcaraan berkaitan amat perlu dan dikuasai. Di antara perkara-perkara tersebut termasuklah dari segi penyediaan spesifikasi pengkodan aturcara, mengkodkan setiap modul aturcara, pengujian ke atas modul-modul aturcara yang telah dikodkan, melakukan pengujian sistem dan kemudiannya membuat dokumentasi bagi setiap aturcara yang telah dibangunkan.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan bagi melaksanakan proses pengaturcaraan ini iaitu:

- Spesifikasi pengkodan
- Pengkodan aturcara

- Perlaksanaan kompilasi
- Perhimpunan aturcara

Fasa ini amat penting kerana segala perancangan yang telah dibuat sebelum ini akan diimplementasikan bagi membangunkan sebuah system. Segala bahasa pengaturcaraan yang telah ditunjukkan dan discussed semasa digunakan untuk membangunkan sistem ini akan digunakan.

Untuk mengimplementasikan sistem juga memerlukan perancangan yang teliti yakni kaedah penulisan kod di dalam bahasa. Prinsip-prinsip yang digunakan dalam metod pengaturcaraan dan penulisan kod yang teratur, sistematik dan mudah dibaca.



## 5.4 Ringkasan Bab

Fasa ini amat penting kerana segala perancangan yang telah dibuat sebelum ini akan diimplementasikan bagi membangunkan sesebuah system. Segala bahasa pengaturcaraan yang telah dibincangkan dan dirasakan sesuai digunakan untuk membangunkan sistem ini akan digunakan.

Untuk mengimplementasikan sistem juga memerlukan perancangan yang teliti yakni kaedah penulisan kod aturcara harus didefinisikan. Prinsip-prinsip yang digunakan dalam metod pengaturcaraan membantu penulisan kod yang teratur, sistematik dan mudah dibaca.

### Pendahuluan

Perangkat pengujian sistem adalah satu elemen yang krusial di dalam menjamin kualitas sebuah sistem yang dikembangkan dan proses pembaharuan kepada keperluan, rekabentuk, dan pengkodan. Ia juga bertujuan bagi memastikan bahawa pengguna mencapai ke tahap yang optimum sebelum suatu sistem

atau perisian yang dibina dihantar kepada pengguna. Dalam proses ini juga prestasi sistem turut dinilai bagi memastikan bahawa pengalaman pengguna mengenai perisian adalah memuaskan.

Ujian yang dijalankan bertujuan untuk mengenalpasti modul-modul yang dibina

berkaitan yang tidak dapat dijangka semasa fasa analisis, rekabentuk dan pengkodan.

### Langkah-langkah pengujian

Bagi menjalankan proses pengujian dengan baik dan berkesan agar dapat mencapai dan objektif tercapai, beberapa langkah pengujian haruslah dititikberatkan agar ia dapat dilakukan dengan tersusun. Antara langkah-langkah pengujian yang perlu dititikberatkan adalah seperti :

- Pengujian unit

## PENGUJIAN SISTEM

### Pendahuluan

#### 6.2.1 Pengujian Unit

Peringkat pengujian sistem adalah satu elemen yang kritikal di dalam menjamin kualiti sesuatu sistem yang dibangunkan dan proses pembaharuan kepada keperluan, rekabentuk, dan pengkodan. Ianya bertujuan bagi memastikan kehendak pengguna mencapai ke tahap yang optimum sebelum sesuatu sistem atau perisian yang dibina dihantar kepada pengguna. Dalam proses ini juga prestasi sistem turut dinilai agar dapat mengurangkan rungutan pengguna mengenai permasalahan prestasi sistem yang dikeluarkan.

Ujian yang dijalankan akan dapat memastikan modul-modul yang dibina akan beroperasi dengan baik. Sesuatu pengujian yang baik dapat mengenalpasti ralat-ralat yang tidak dapat dikesan semasa fasa analisa, rekabentuk dan pengkodan.

### Langkah-langkah Pengujian

Bagi menjalankan proses pengujian dengan baik dan berkesan agar dapat matlamat dan objektif tercapai, beberapa langkah pengujian haruslah dititikberatkan agar ianya dilakukan dengan tersusun. Antara langkah-langkah pengujian yang perlu dititikberatkan adalah seperti :

- Pengujian unit



➤ Pengujian modul

➤ Pengujian sistem

### 6.2.1 Pengujian Unit

Kesilapan pengujian unit merupakan langkah yang pertama dalam memulakan sesuatu ujian. Pengujian ini merangkumi pengujian ke atas setiap komponen-komponen yang lain dalam aplikasi. Berikut adalah langkah-langkah yang boleh menerangkan bagaimana pengujian unit ini dilakukan ke atas sistem :

- Kod aturcara diperiksa dengan melihat dan membaca kod aturcara yang mengenalpasti kesilapan algoritma dan kesilapan sintaks.
- Kod aturcara dikompil untuk mengenalpasti bahawa kesilapan semasa proses pengkompil yang tidak dapat dikesan semasa proses penulisan kod aturcara.
- Pengujian terhadap kes-kes yang difikirkan perlu dilaksanakan untuk memastikan input adalah tepat dan betul untuk penghasilan output yang dikehendaki.
- Menguji setiap laluan pengurusan ralat bagi memastikan sama ada pemprosesan akan diteruskan semula atau dialihkan ke laluan lain apabila terjadinya ralat.

Di antara kesalahan yang boleh dikesan adalah:

- Kesalahan dalam pengawalan logik dan sintaks.

Kesilapan diatas boleh diatasi dan diperbaiki dengan melakukan ujian berikut:

- **Pengujian kod**

Ujian ini dilakukan melalui pembacaan dan pengamatan semula kod yang telah ditulis bagi mengesan kesalahan sintak.

- **Larian kod**

Kod aturcara akan dikompil dan sekiranya terdapat ralat di dalam aplikasi tersebut, mesej akan dipaparkan . Ini untuk memastikan semua ralat sintak dihapuskan.

- **Pembangunan kes ujian**

Pembangunan kes ujian untuk memastikan input yang dimasukkan ditukarkan dengan cara yang betul kepada output yang dikehendaki.

- **Semak semula maklumat**

Maklumat yang dimasukkan perlu disemak semula supaya memastikan ianya adalah maklumat yang tepat.

### 6.2.2 Pengujian Modul dan Integrasi

Pengujian ini dilakukan ke atas modul-modul yang telah disepadukan. Kaedah Integrasi Menokok dilaksanakan di mana program diuji terhadap segmen-segmen yang kecil yang bertujuan untuk memudahkan pengesahan dan pengasingan ralat yang berhubung dengan antaramuka diantara modul-modul. Oleh itu, ralat-ralat yang wujud dapat dikenalpasti dengan mudah dan proses pembetulan akan dapat dilakukan dalam jangkamasa yang singkat. Antara kes pengujian integrasi yang dilakukan ke atas sistem adalah:

- Ujian antaramuka untuk menjamin paparan maklumat yang tepat dan antaramuka yang betul dipautkan.
- Pengesahan fungsi yang memastikan fungsi-fungsi yang dispesifikasikan disediakan oleh sistem dan ianya berfungsi dengan betul.

Setelah berpuas hati dengan setiap fungsi dan modul beroperasi dengan baik dan memenuhi objektif, penggabungan dilakukan terhadap setiap modul untuk membentuk sebuah sistem. Penggabungan ini akan memberikan kita gambaran sebenar apabila berlaku



kegagalan sistem. Terdapat beberapa pendekatan di dalam pelaksanaan pengujian integrasi iaitu:

➤ **Integrasi Atas bawah**

- Modul yang diatas sekali diuji paras pengujian yang berada diatasnya sehingga semua paras modul diuji.

➤ **Integrasi Bawah Atas**

- Modul yang dibawah sekali diuji dahulu dan diikuti paras pengujian yang berada diatasnya sehingga semua paras modul diuji.

➤ **Integrasi Big Bang**

- Setiap modul diuji berasingan dan akhir sekali setiap modul dicantumkan sekali membentuk satu modul sistem yang besar.

➤ **Integrasi Sandwich**

- Gabungan Integrasi Atas Bawah, Integrasi Bawah Atas, dan peringkat Pertengahan.

Integrasi Bawah Atas adalah pendekatan yang digunakan dalam melaksanakan pengujian integrasi kerana segala masalah seperti ralat dapat dikesan lebih awal telah diperbaiki. Pendekatan ini menguji sistem yang dihasilkan dari unit yang paling kecil sehingga ke unit paling utama. Setiap fungsi akan diuji dan diteruskan sehingga ke modul utama. Ini dapat

6.3.1 mengurangkan kos pembangunan kos pembangunan semula setiap modul sistem. Ini juga bertujuan untuk memastikan modul berfungsi dengan betul. Pengujian ini dilakukan untuk:

- Melindungi daripada berlakunya kehilangan data dan ralat.
- Fungsi yang diperlukan dapat dilaksanakan dengan sempurna.

### 6.3 Ujian Sistem

Ujian ini menumpukan kepada keseluruhan sistem setelah setiap modul yang ada disepadukan. Objektifnya adalah untuk memastikan bahawa sistem adalah memenuhi keperluan pengguna. Dalam pengujian ini ada dua kaedah iatu:

- **Pengujian fungsi**
- **Pengujian pencapaian**

Kedua-dua kaedah pengujian ini mengesahkan semua fungsi yang terdapat di dalam sistem berjalan dengan betul disamping memastikan sistem menepati objektif dan beroperasi dengan baik.

### 6.3.1 Pengujian Fungsi

Pengujian ini difokuskan kepada fungsi-fungsi sesuatu aplikasi yang berdasarkan kepada keperluan fungsian sistem :

- **Menerima maklumat dari pengguna**
- **Memproses dan menterjemah maklumat yang diberi pengguna**
- **Melaksanakan simulasi dengan tepat.**

### 6.3.2 Pengujian Persembahan

Pengujian pencapaian adalah untuk keperluan bukan fungsian yang terdapat pada sesuatu aplikasi. Jenis-jenis pencapaian ujian yang terlibat dalam sistem adalah:

- **Ujian paparan antaramuka yang betul**
- **Ujian peralihan menu atau 'form' yang betul**

Ujian dilakukan terhadap butang pautan sama ada menu yang betul berjaya dipaparkan dan masa yang diambil.



➤ **Ujian masa**

Untuk mencapai setiap menu sistem tidak boleh ambil masa lebih dari 1 saat. Justeru itu, RAM yang sepadan dan kelajuan pemproses yang optimum diperlukan.

➤ **Ujian faktor kemanusiaan**

➤ Antaramuka pengguna dan mesej diperiksa untuk memastikan bahawa aplikasi system mempunyai ciri-ciri mesra pengguna.

➤ **Ujian baik pulih**

Ujian dijalankan bertujuan menggagalkan system dan memastikan kegagalan dapat dipulihkan semula sama ada ianya dilakukan secara automatik atau dengan dibaik pulih oleh pembangun dengan pengodan atau langkah yang mudah.

Pengujian sistem melibatkan pengujian ke atas satu sistem yang besar yang merangkumi kesemua modul dalam sistem. Kesemua modul ini telah disatukan menjadi satu sistem yang lebih besar yang bersedia melaksanakan pengoperasian. Sistem diuji untuk:

➤ Memastikan setiap modul berinteraksi diantara satu sama lain tanpa menimbulkan konflik capaian kepada mana-mana modul.

- Merangkumi kesepaduan atau integrasi antara perisian sistem yang dibangunkan.
- Menguji sama ada proses baik pulih boleh dilakukan dengan segera sekiranya ralat boleh dikesan.
- Menguji samada pelaksanaan sistem selaras dengan apa yang telah dispesifikasikan.

### 6.3.3 Keputusan Pengujian Sistem Simulasi MR1

Pengujian keseluruhan sistem telah dilakukan dengan menjemput pengguna pelbagai antaranya sahabat-sahabat yang berpengalaman dalam pembinaan perisian. Semasa pengujian ini dijalankan banyak kekurangan dan komen dapat dikenalpasti. Langkah-langkah yang diambil adalah dengan memperbaiki sistem dan membuat perubahan. Hasil keputusan ialah:

- Sebelum ini antaramuka kurang interaktif dan didapati terdapat banyak ruang kosong. Penyelesaiannya pelbagai gambar yang interaktif seperti gambar kolej telah dimuatkan pada antaramuka supaya kelihatan lebih menarik.

- 6.4 **Riset** ➤ Pelbagai muzik juga telah ditambah supaya antaramuka sistem lebih menarik dan interaktif.

Pengujian sistem dilakukan secara berperingkat-peringkat. Jadi sistem dapat dikesan dan diperbaiki pada masa tersebut. Namun disebabkan oleh sistem ini merupakan sistem yang memerlukan masa yang lebih bagi dan masa yang tidak mencukupi menyebabkan saya tidak mendapat kesempatan untuk membuat pengujian system kepada lebih ramai pengguna. Walaubagaimanapun, sistem ini berfungsi seperti apa yang dikehendaki.



#### 6.4 Ringkasan Bab

Pengujian sistem dilakukan secara berperingkat-peringkat. Jadi ralat dapat dikesan dan diperbaiki pada masa tersebut. Namun disebabkan oleh sistem ini merupakan sistem yang memerlukan masa yang lebih bagi dan masa yang tidak mencukupi menyebabkan saya tidak mendapat kesempatan untuk membuat pengujian system kepada lebih ramai pengguna. Walaubagaimanapun, sistem ini berfungsi seperti apa yang dikehendaki.

## BAB 7 PENILAIAN SISTEM

## 7.1 Pengenalan

Pembangunan sistem yang dikerjakan mengambil masa yang agak lama dimana penelitian dan kajian perlu dijalankan. Penerapan dan penerapan konsep yang dikaitkan memberikan satu kejayaan kepada sistem ini. Pengorbanan masa dan perhatian kini terjawab dengan terhasilnya E-Health Robot MRI.

# BAB 7 PENILAIAN SISTEM

## 7.2 Masalah dan Penyelidikan

Seperti diutarakan diatas, setiap setiap ciptaan itu pasti mempunyai kelemahan dan masalah yang dihadapi. Tanpa teragak, kita sudah pasti tidak dapat menilai setakat mana usaha yang telah kita lakukan. Selain itu, dalam usaha pembangunan Simulasi ini, beberapa masalah timbul dan diwarikan satu cabaran yang menarik dan unik. Antara masalah yang dapat dikesan antaranya adalah :

## PENILAIAN SISTEM

### 7.1 Pengenalan

Pembangunan sistem yang dijalankan mengambil masa yang agak lama dimana penelitian dan kajian perlu dijalankan. Pemahaman dan penerapan konsep yang dikaitkan memberikan satu keistimewaan kepada sistem ini. Pengorbanan masa dan perhatian kini terjawab dengan terhasilnya **Simulasi Robot MR1**.

Tidak dinafikan bahawa setiap ciptaan manusia pasti ada kekurangan dan masalah yang akan dihadapi dan masalah itu adalah berbeza setiap satunya. Setiap masalah yang terhasil pasti mengandungi hikmah dan penyelesaian yang unik. Oleh itu pada bahagian ini akan membuat tinjauan dan kesimpulan secara keseluruhan mengenai sejauh mana kejayaan dan pencapaian projek melalui kacamata ‘pembangun perisian’.

### 7.2 Masalah dan Penyelesaian

Seperti di ujarkan diatas bahawa setiap ciptaan itu pasti mempunyai kelemahan dan masalah yang dihadapi. Tanpa masalah, kita sudah pasti tidak dapat menilai setakat mana usaha yang telah kita lakukan. Justeru itu, dalam usaha pembangunan Simulasi ini, beberapa masalah timbul dan memberikan satu cabaran yang menarik dan unik. Antara masalah yang dapat dikesan antaranya adalah :



Apa yang dapat dilakukan adalah:

- **Kekurangan maklumat dan pemahaman.**

Pada permulaanya perancangan merekabentuk sistem, sukar untuk membayangkan fungsi dan cara persembahannya.

➤ Dalam mengatasi masalah ini, penggunaan 'brainstrom' dengan rakan yang berpengalaman diperlukan dan cara yang difikirkan sesuai dan logik digunakan.

➤ Untuk mengatasi masalah pemahaman, rujukan dari pelbagai sumber yang mempunyai kaitan dengan sistem di ambil dari pelbagai cara antaranya:

- Perpustakaan
- Laman web

- **Spesifikasi sistem yang sentiasa berubah**

Perubahan merupakan perkara yang harus diterima secara terbuka. Ini kerana perubahan berlaku apabila berlainan kehendak atau memperbaiki sesuatu yang sedia ada. Sistem yang direka cuba memenuhi keperluan pengguna dan juga merekabentuk sesuatu yang lebih baik dan jauh hadapan.

Apa yang dapat dilakukan adalah:

- Memastikan sistem yang dibina dapat mengikuti mengikuti perubahan dan mudah diubahsuai.
- Mendapatkan maklumat yang mencukupi agar ia sentiasa dapat menampung sebarang permasalahan yang mungkin timbul kemudian hari.

- **Bahasa pengaturcaraan yang baru dan mencabar**

Visual Basic (VB) merupakan satu bahasa pengaturcaraan yang popular dan digemari oleh ramai pengaturcara. Namun ia bukanlah sesuatu yang mudah. Pemahaman yang jelas dan kreatif diperlukan bagi menjamin sistem dapat dibina dengan lebih lancar. Disamping itu, sumber rujukan pengaturcaraan Visual Basic yang menumpu kepada pembangunan perisian berteraskan perniagaan menyukarkan penguasaan.

Oleh kerana kurang berpengalaman dalam VB saya cuba untuk:

- Memahami apa yang diperlukan bagi membangunkan sistem.
- Mempelajari VB melalui buku, internet, CD E-learning dan bahan lain.
- CD kod sumber(sourcecode)- untuk melihat contoh dari pengaturcara yang lain.

- **Bebanan akademik dan masa yang singkat**

Kursus-kursus lain yang diambil pada semester ini, turut memerlukan komitmen yang tinggi. Oleh itu, beban kerja yang banyak memberikan tekanan tambahan dan satu cabaran.

Dalam mengatasi masalah ini beberapa langkah diambil.

- Perancangan masa yang sistematik dan tersusun adalah amat penting.
- Persefahaman dan sokongan rakan lain dalam memberikan semangat dan kaunseling.
- Memberikan sepenuh tumpuan pada kerja yang dilakukan.

### 7.3 Kekuatan Sistem

Dalam membangunkan sistem ini beberapa ciri diletakkan bagi memberi kekuatan yang istimewa. Antara ciri yang dimasukkan adalah bertujuan agar komponen sistem dapat digunakan oleh sistem lain.

- Pengasingan antara kawalan dan pangkalan pengetahuan  
Dalam penulisan kod sistem ini, pengasingan kawalan paparan, kawalan pencaman objek, pemodelan objek dan kawalan pemodelan hubungan objek dilakukan. Ciri yang diletakkan ini adalah diambil daripada konsep sistem pakar dimana ia memberikan kelebihan ketika pengubahsuaian, pengambilan komponen dan pembetulan pada sistem.



➤ Melukis sendiri kedalam sistem

Melukis sendiri kedudukan objek merupakan kaedah yang sesuai dalam sistem ini dimana sistem memberikan kelebihan kepada pengguna untuk bebas meletakkan objek. Namun beberapa had juga turut diletakkan untuk mengurangkan masalah pada sistem. Perkara ini penting kerana ia dapat mengurangkan rungutan mengenai sistem.

➤ Penggunaan menu yang ringkas

Penggunaan menu yang kompleks, berubah dan tidak tersusun akan menyebabkan pengguna kurang menyenangi menu. Ini adalah kerana pengguna merasakan kesukaran dalam menggunakan sistem. Justeru itu, penggunaan menu yang ringkas, mudah difahami dan menjadi kebiasaan pengguna adalah sesuai digunakan.

➤ Animasi pegerakkan robot

Apabila menyebut mengenai simulasi, penggunaan animasi amat perlu digunakan didalamnya. Pegerakkan robot secara animasi dapat memberikan gambaran jelas fungsi robot dan kaedah yang digunakan. Selain animasi, rajah pepohon hubungan turut disertakan untuk memudahkan pengguna mengetahui hubungan yang terhasil.

➤ Penggunaan paparan yang kurang

Paparan atau 'form' dalam kaedah visual basic 6.0 adalah bahagian yang dilihat oleh pengguna ketika program dijalankan. Dalam membina paparan ianya perlu dihadkan agar pengguna tidak merasa sukar dalam menggunakan sistem.

➤ Pemilihan warna paparan yang sesuai

Penggunaan warna dan grafik juga antara komponen utama dalam pembangunan sistem. Penggunaan warna yang terlalu cerah, terlalu gelap dan penukaran penglihatan akan menyebabkan pengguna merasa kurang selesa ketika menggunakan sistem. Oleh itu penggunaan warna yang sesuai dibuat berdasarkan pengamatan kepada beberapa laman web dan program yang lain.

#### 7.4 Batasan-batasan Simulasi Robot MRI

Sebagai pembina system yang masih baru dan perlu lebih banyak pengalaman, sudah pasti **Simulasi Robot MRI** tidak dapat lari masalah yang membataskan penggunaanya. Jangka masa yang agak singkat dan tidak berpengalaman luas juga menyebabkan sistem ini masih mempunyai batasan-batasan tertentu. Di antara kelemahan yang terdapat pada sistem adalah:

- Antaramuka sistem kurang interaktif, dimana antaramuka boleh dijadikan lebih menarik dengan lebih banyak animasi dan gambar yang menarik. Seperti dinyatakan diatas antaramuka adalah suatu perkara yang penting, ianya dinilai oleh pengguna. Namun kekurangan yang berlaku mengakibatkan kelemahan ini masih belaku.
- Dalam penggunaan masa yang singkat, pembinaan dan ciri sistem terpaksa dikurangkan untuk memastikan sistem terus dikeluarkan pada masa yang ditetapkan. Perkara ini sememangnya menjadi rutin kepada syarikat pembangunan perisian seperti microsoft dan sun microsystem.



Ini terbukti apabila pengeluaran perisian berversi dijalankan di mana setiap versi adalah pembaikan kepada versi sebelumnya.

- Kelemahan pada paparan animasi juga turt dilihat sebagai perkara yang perlu diambil kira dalam perisian ini dimana objek yang di lukis kembali oleh komputer kelihatan berkelipan kekara kekerapan lukisan dilukis.
- Perwakilan objek yang sedikit adalah jauh berbeza dengan dunia nyata dimana jika dilihat didalam sesebuah bilik terdapat lebih daripada 40 objek yang berlainan jenis, saiz dan kedudukan.

## 7.5 Pembaharuan Pada Masa Akan Datang

**Simulasi Robot MR1** ini masih boleh diperbaiki dan ditambah ciri-ciri yang tertentu agar ia lebih menarik dan memberi makna kepada pengguna. Pengubahsuaian **Simulasi Robot MR1** pengguna kelebihan untuk menggunakan sistem dengan lebih baik dan lebih sempurna. Antara pembaharuan yang boleh ditambah adalah seperti:

- penambahan antaramuka dan pengasingan antaramuka lukisan dan simulasi untuk menjadikan sistem yang lebih interaktif.
- Pembinaan antaramuka dengan menggabungkan perisian seperti Macromedia Flash dan perisian yang memerikan gaya persembahan yang menarik dapat memberikan kegemaran pengguna dalam menggunakan sistem ini.



- Penambahan pelbagai bunyi yang menarik boleh ditambah supaya sistem menjadi lebih menarik dan tidak membosankan. Penggunaan bunyi yang tidak begitu bising dan boleh dikawal oleh pengguna perlu diletakkan agar memberikan pengguna kuasa dalam penggunaan sistem.
- Penambahan perwakilan objek yang lebih banyak akan membuatkan pengguna merasakan sistem ini lengkap. Namun kitaran pengeluaran perisian perlu ditetapkan untuk meletakkan fasa penambahan ciri perwakilan. Kaedah ini adalah suatu langkah perniagaan dan pengurangan cetak rompak oleh orang asing.

## 7.6 Pengalaman Serta Pengetahuan yang Diperoleh

Semasa pembangunan **Simulasi Robot MR1**, saya telah peroleh banyak pengalaman dan pengetahuan. Di antara pengalaman serta pengetahuan tersebut adalah:

- Walaupun masa yang singkat untuk mempelajari sesuatu bahasa pengaturcaraan, namun saya berjaya membangunkan system ini mengikut pemahaman dan pengetahuan yang saya ada:
- Pembangunan system ini banyak menguji kesabaran dan kesungguhan saya untuk berusaha bersungguh-sungguh bagi mencapai objektif **Simulasi Robot MR1** dan memenuhi kehendak pengguna.

- Membangunkan **Simulasi Robot MR1** memberikan saya pengalaman yang amat bermakna dan berkeyakinan untuk berdepan dengan alam pekerjaan kelak.
- Komunikasi di antara pelbagai pihak seperti pelajar, pensyarah dapat dipupuk.

## 7.8 Ringkasan Laporan

Dalam Bab 1 telah diterangkan tentang pengenalan kepada **Simulasi Robot MR1** dimana latarbelakang dan sistem diterangkan sebagai panduan. Skop sistem dinyatakan bertujuan untuk memastikan projek yang dibangunkan memenuhi spesifikasi tertentu.

Bab 2 menerangkan tentang ulasan kesusasteraan. Ia diahagikan kepada beberapa bahagian utama iaitu Bahagian 1 adalah pengenalan kepada robot yang memberi gambaran ringkas mengenai robot dan menerangkan tentang kegunaan atau aplikasi robot dalam pelbagai bidang. Bahagian seterusnya menerangkan mengenai penggunaan konsep pentaklukan ruang dan intipati yang terkandung didalamnya. seterusnya pada bahagian yang terakhir telah membincangkan mengenai perisian yang akan digunakan, kajian ke atas sistem yang sedia ada dan analisis sistem yang akan dibangunkan.

Dalam Bab 3 pula analisis sistem yang terperinci dan metodologi telah dibincangkan. Modul telah digunakan dalam pembangunan sistem ini ialah model air terjun dengan prototaip. Kelebihan dan kelemahan model ini telah dibincangkan dalam



bahagian di bab ini. Kaedah pengumpulan data juga dapat diterangkan. Kelebihan penggunaan bahasa juga telah dibincangkan dalam bab ini untuk menyokong penggunaanya.

Dalam Bab 4 iaitu bab rekabentuk sistem, contoh antaramuka yang direka telah dilampirkan. Beberapa aspek yang mendorong rekabentuk telah dinyatakan dalam bab ini. Antaramuka mengikut modul telah dibincangkan secara terperinci. Dalam bab ini juga rajah aliran data bagi sistem ini direka. Bab ini diakhiri dengan hasil yang dijangkakan dan ringkasan bab.

Bab 5 adalah bab yang membincangkan tentang implementasi sistem. Pengodan system telah dibincangkan secara ringkas. Prinsip gandingan dan prinsip ikatan telah diterangkan dalam bahagian pengkodan sistem. Bab ini pula diakhiri dengan perbincangan mengenai pelaksanaan sistem dan ringkasan bab.

Bab 6 merupakan bab yang membincangkan mengenai pengujian sistem. Langkah-langkah pengujian dan keputusan pengujian system turut dinyatakan. Bab 7 pula membincangkan penilaian sistem. Sistem ini dinilai dengan berpanduan beberapa kaedah dan pengalaman serta ujian yang dijalankan.



## 7.9 Kesimpulan dan Harapan

Saya yakin sistem yang dibangunkan ini dapat memenuhi objektifnya. Dengan penghasilan sistem ini ianya dapat memberikan gambaran yang tepat dalam pemahaman konsep pentakulan ruang yang mana kajian keatasnya sedang giat dilaksanakan di luar negara. Di Malaysia pembangunan dan kajian mengenai robot masih dalam kadar yang kecil berbanding negara luar. Maka dengan adanya perisian ini semoga ianya dapat memberikan dorongan masyarakat Malaysia dalam mengkaji dan membangunkan kajian robot selaras dengan matlamat negara menjadi negara yang maju dan bersifat K-ekonomi pada tahun 2020.

Di akhir kata, ucapan terima kasih diucapkan kepada Profesor Madya Dr. Syed Malik Fakar Duani dan Encik Noor Ridzuan dalam penglibatannya menjadi 'supervisor' dan 'moderator' serta bantuan dan dorongan yang diberikan. Jasa yang dicurahkan itu adalah suatu motivasi kepada diri saya untuk lebih bersemangan dalam memberikan tunjuk ajar kepada pelajar yang lebih muda daripada saya untuk maju ke hadapan. Disamping ini juga ucapan terima kasih ini juga diberikan kepada mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam membantu ketika proses pembangunan sistem ini.

Sekian terima kasih.

## Senarai Rujukan

1. Marco Aletta. (2002). *Spatial Reasoning: theory and practice*. PhD thesis. Institute for Logic, Language and Computation, Universiti Amsterdam.

2. Pfeiffer, Shari Lawrence (2001). *Software Engineering Theory and Practice*, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall

## Senarai Rujukan

3. Haasler, Yvett Moller. Fall (2002). *ESSE: A Qualitative Approach*. Master Thesis. University of Washington

4. Vidy Kumar. *Introduction*. University of Pennsylvania Philadelphia

5. <http://www.cse.wustl.edu/~james/>

6. Ross Hull, R., Ellis, Henry C. (1979). *Fundamentals Of Cognitive Psychology*. McGraw-Hill

7. Brian Osgood. (1979). *Visual Analogue Scales English*. IDG Book Worldwide Inc. Foster City, CA

## Senarai Rujukan

1. Marco Aiello. (2002). *Spatial Reasoning theory and practice*. PhD thesis. Institute for Logic, Language and Computation, Universiti Amsterdam.
2. Pfleeger, Shari Lawrence (2001), *Software Engineering Theory and Practice*, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall
3. Haarslev, Volker. Moller, Ralf. (2002). *SBox: A Qualitative Spatial Reasoner – Progress Report*. 105-113
4. Alan Frank Blackwell. (1988). *Spatial Reasoning for Robots: A Qualitative Approach*. Master thesis. Victoria University of Wellington
5. Vijay Kumar. *Introduction to Robotic*. University of Pennsylvania Philadelphia
6. <http://Perdana.fsktm.um.edu.my/~yamani>
7. Reed Hunt, R., Ellis, Henry C. (1999). *Fundamentals Of Cognitive Psychology*. McGraw-Hill
8. Brian Overland. (1999). *Visual Basic 6 in Plain English*. IDG Book Worldwide inc. Foster City, CA



9. L. Eliason, Alan, Malarkey, Ryan. (1998). Visual Basic 5: Environment, Programming, & Applications. QUE Education & Training. Indianapolis
10. Case Bradley, Julia, C.MillPaugh, Anita. (2001). Advance Programming Using Visual Basic 6. McGraw-Hill. New York
11. Dr P. Sellapan. (2001). Visual Basic & Internet. Sejana Publishing. Damansara Utama

# Lampiran

1. Panduan penggunaan perisian
2. Kod pengaturcaraan yang berkaitan

# PANDUAN PENGGUAN PERISIAN

Disediakan oleh : Enik Azida Dan Abd Rahman

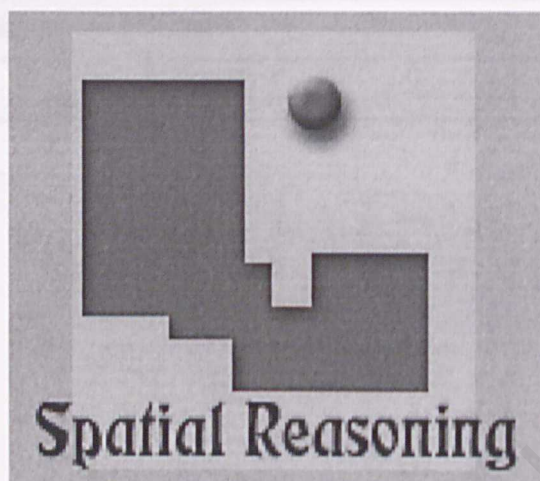
No matrik : 20198313

Penyelis penamat : Prof. Madya Dr. Syek Malick P.D

Penyelis Moderator : Enik Nor Ridwan



Bilangan	Isi	Muka surat
1	Spesifikasi komputer	3
2	Panduan penggunaan	4-7
3	Penutup	8



## Panduan Penggunaan Perisian Simulasi Robot MR1

Disediakan oleh : Mohd Azidi Bin Abd Rahman  
 No matrik : wek98313  
 Penyelia penasihat : prof. Madya Dr. Syek Malek F.D  
 Penyelia Moderator : Encik Nor Ridzuan

## Isi Kandungan

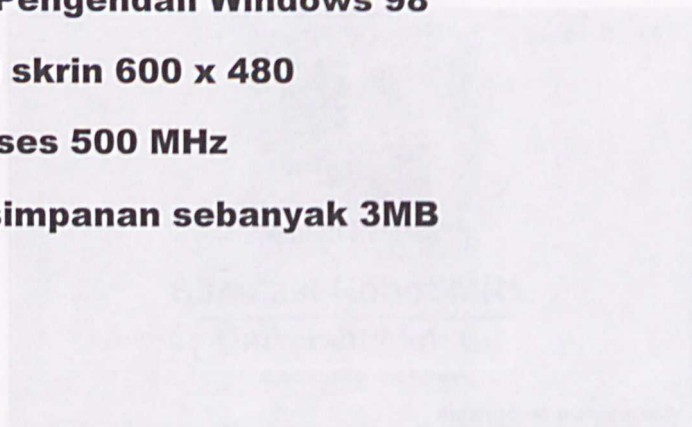
Bilangan	Topik	Muka surat
1	Spesifikasi keperluan sistem	3
2	Panduan penggunaan perisian	4 -7
3	Penutup	8

## Spesifikasi Keperluan Perisian

1. Pada permulaan pembukaan perisian satu paparan sementara dipaparkan

### Keperluan Minimum

1. Sistem Pengendali Windows 98
2. resolusi skrin 600 x 480
3. Pemproses 500 MHz
4. Ruang simpanan sebanyak 3MB



Rajah 1 Paparan skrin sementara

2. perisian kemudiannya akan memaparkan paparan utama dan paparan pepohon perhubungan



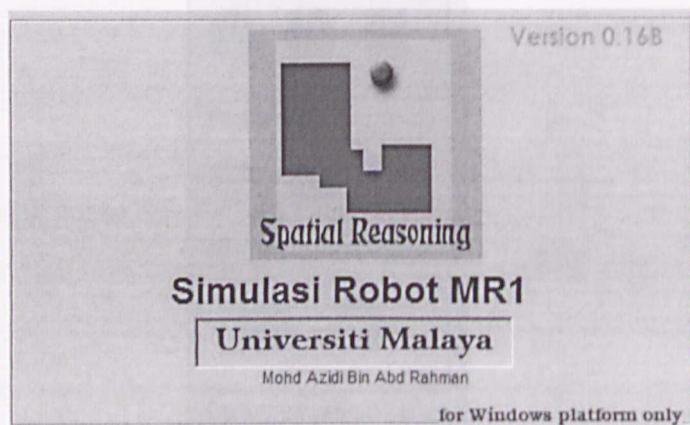
Rajah 2 Paparan skrin utama

## Cara Penggunaan Perisian



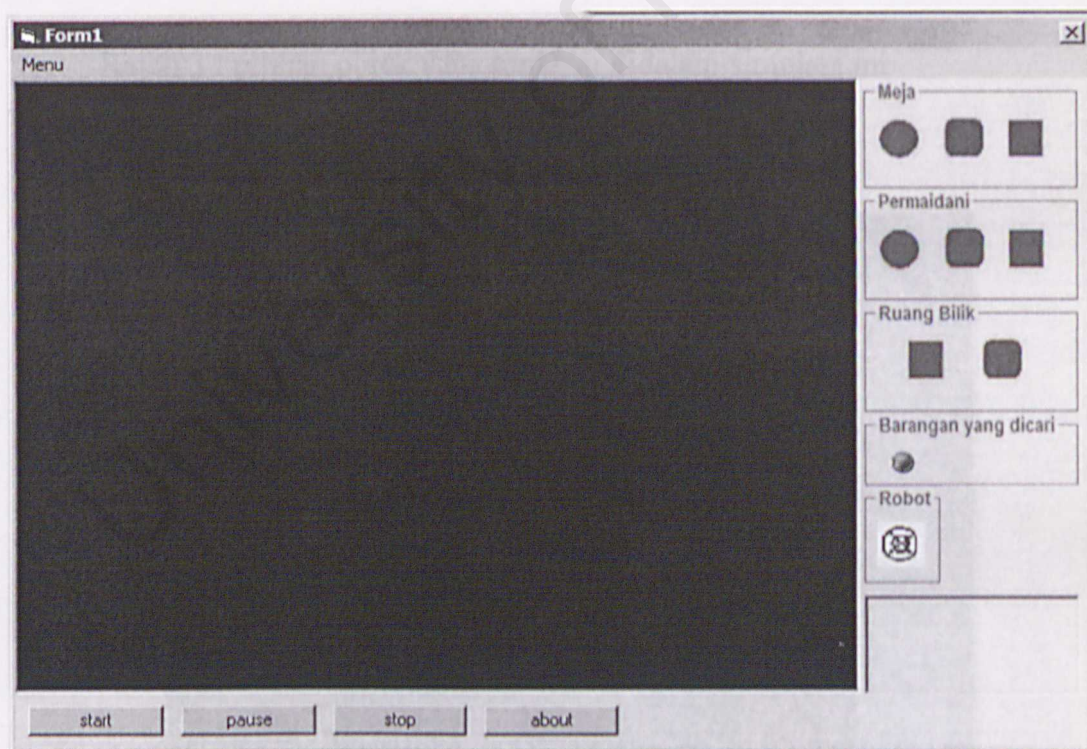
3. untuk meletakkan objek langkah ini boleh dilakukan

1. Pada permulaan pembukaan perisian satu paparan sementara dipaparkan menunjukkan bahawa anda sedang memasuki perisian ini



Rajah 1 Paparan skrin sementara

2. perisian kemudiannya akan memaparkan paparan utama dan paparan pepohon perhubungan



Rajah 2 Paparan skrin utama

3. untuk meletakkan objek langkah ini boleh dilakukan

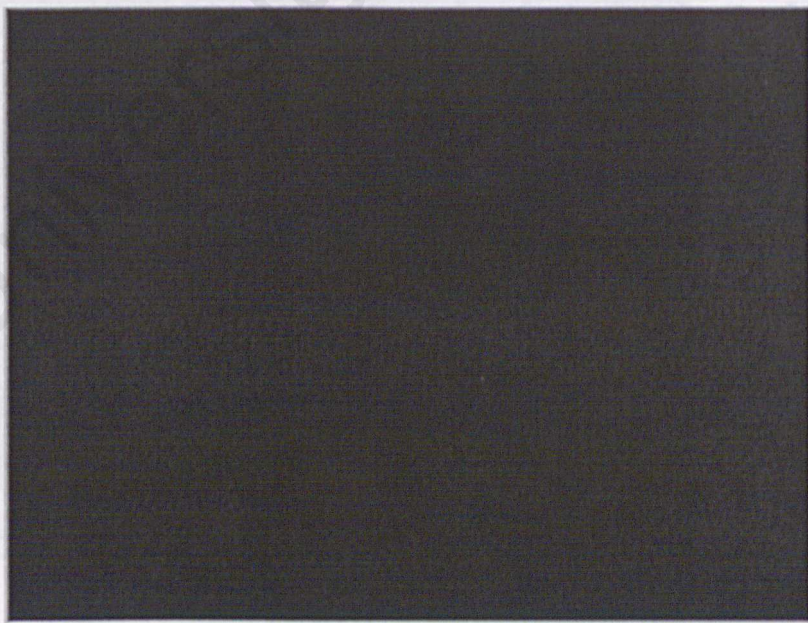
a. anda boleh meletakkan sebanyak 100 bilangan objek sahaja

a. pilih jenis objek dan bentuk objek pada sebelah kanan paparan utama



Rajah 3 : pilihan objek yang terdapat didalam simulasi ini

b. bawa tetikus anda ke skrin lukisan

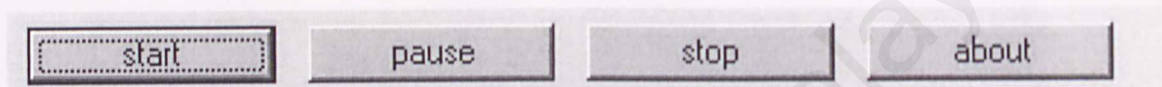


Rajah 4 : skrin untuk meletakkan objek simulasi

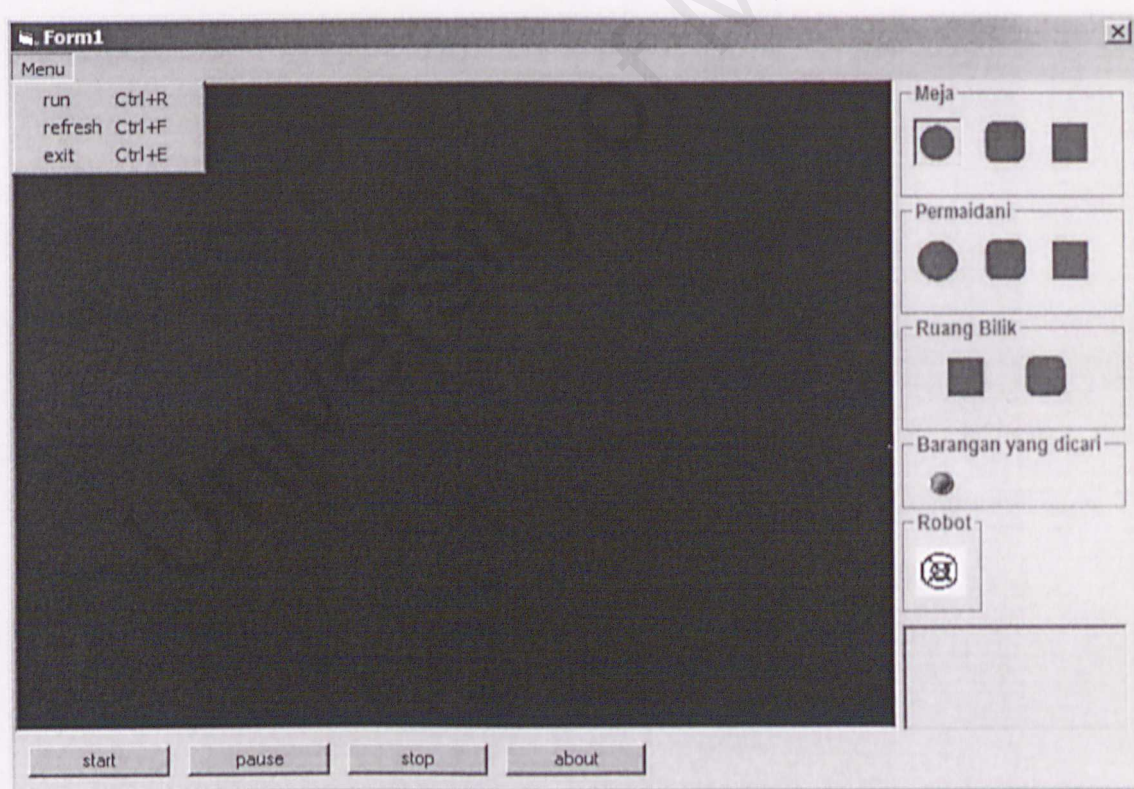
c. tekan butang kiri tetikus dan tarik mengikut luas yang anda kehendaki



- d. lepaskan butang kiri tetikus
  - e. anda boleh meletakkan sebanyak 100 bilangan objek sahaja
4. Setelah objek diletakkan anda perlu meletakkan barang yang hendak dicari dengan melakukan langkah seperti diatas tetapi hanya klik pada tempat yang hendak diletakkan barang itu.
  5. Robot juga perlu diletakkan pada skrin lukisan untuk meletakkan robot tersebut langkah yang sama turut dilakukan.
  6. Apabila semua objek telah dimasukkan simulasi oleh dijalankan. Untuk menjalankan simulasi beberapa langkah berikut boleh di ambil
    - a. menekan butang start untuk memulakan simulasi atau menu – run



Rajah 5 : butang-butang yang terdapat pada simulasi ini



Rajah 6 : menu yang terdapat pada simulasi ini

- b. menekan butang pause untuk berhentikan sementara simulasi .



- c. menekan butang stop untuk memberhentikan simulasi dan mengosongkan skrin.
- d. untuk mengosongkan skrin menu – refresh boleh digunakan.
- e. untuk keluar daripada program ini pengguna perlu memilih menu-exit dan perisian ini akan hilang.
- f. manakala butang about akan memaperkan maklumat penulis perisian ini.

## Penutup

Semoga perisian ini mencapai objektif yang telah digariskan. Segala bantuan dan dorongan yang diberikan amat saya hargai dan disusuli dengan ucapan ribuan terima kasih. Salam bahagia.

KOD  
PERISIAN

Kod untuk memadan hubungan antara objek

'memadankan hubungan antara objek-objek'

Public Sub hbg()

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim loop1 As Integer

Dim loop2 As Integer

Dim X(8) As Integer

Dim Y(7) As Integer

Dim seluruh As Integer

Dim j1, j2, j3, j5, j6 As Integer

Dim jrk1, jrk2 As Integer

Dim dalam As Integer

Dim jnsabg As String

'dim hub(20) As Integer

For loop1 = 0 To indx - 1

For loop2 = 0 To indx - 1

'bahagian menentukan nilai koordinat

\*\*\*\*\*

X(1) = benda(loop1).X1

X(2) = benda(loop1).X2

X(3) = benda(loop1).X3

X(4) = benda(loop1).X4

Y(1) = benda(loop1).Y1

Y(2) = benda(loop1).Y2

Y(3) = benda(loop1).Y3

Y(4) = benda(loop1).Y4



## Kod untuk memadan hubungan antara objek

```
'memadankan hubungan antara objek-objek=====
```

```
Public Sub hbg()
```

```
    Dim i As Integer
```

```
    Dim j As Integer
```

```
    Dim loop1 As Integer
```

```
    Dim loop2 As Integer
```

```
    Dim X(8) As Integer
```

```
    Dim Y(8) As Integer
```

```
    Dim sentuh As Integer
```

```
    Dim j1, j2, j3, j5, j6 As Integer
```

```
    Dim jrk1, jrk2 As Integer
```

```
    Dim dalam As Integer
```

```
    Dim jnshbg As String
```

```
    'dim hub(200) As hubungan
```

```
For loop1 = 0 To indx - 1
```

```
    For loop2 = 0 To indx - 1
```

```
        '=====
```

```
        'bahagian memasukkan nilai koordinat
```

```
        '*****
```

```
        X(1) = benda(loop1).X1
```

```
        X(2) = benda(loop1).X2
```

```
        X(3) = benda(loop1).X3
```

```
        X(4) = benda(loop1).X4
```

```
        Y(1) = benda(loop1).Y1
```

```
        Y(2) = benda(loop1).Y2
```

```
        Y(3) = benda(loop1).Y3
```

```
        Y(4) = benda(loop1).Y4
```

\*\*\*\*\*

X(5) = benda(loop2).X1

X(6) = benda(loop2).X2

X(7) = benda(loop2).X3

X(8) = benda(loop2).X4

Y(5) = benda(loop2).Y1

Y(6) = benda(loop2).Y2

Y(7) = benda(loop2).Y3

Y(8) = benda(loop2).Y4

=====

End If

If (benda(loop1).btk = "bulat") Or (benda(loop2).btk = "bulat") Then

Dim d2 As Integer

If benda(loop1).btk = "bulat" Then

If (Y2 - Y1) > (X4 - X1) Then 'mengira titik tengah objek petak

j = X4 - X1

Y2 = Y1 + j1

Y3 = Y2

Else

j = Y2 - Y1

X2 = X1 + j1

X3 = X4

End If

d2 = j1 / 2

j2 = (Abs(X5 - X8)) / 2

j3 = (Abs(Y5 - Y6)) / 2





jrkl2 = j3 + d

If (j5 <= jrkl1) And (j6 <= jrkl2) Then

    If ((j5 + d) <= jrkl1) Or ((j6 + d) <= jrkl2) Then

        dalam = 4

    Else

        dalam = 2

    End If

End If

End If

ElseIf (benda(loop1).btk = "bulat") And (benda(loop2).btk = "bulat") Then

    j1 = (X4 - X1) / 2

    j2 = (X8 - X5) / 2

    j3 = Sqr((((X8 + X5) / 2) - ((X4 + X1) / 2)) ^ 2) + (((Y6 + Y5) / 2) - ((Y2 + Y1) / 2)) ^ 2)

    If j3 < (j1 + j2) Then

        If (j1 + j2 + j1) < j3 Then

            dalam = 4

        Else

            dalam = 2

        End If

    ElseIf j3 = (j1 + j2) Then

        sentuh = 2

    End If

Else

For i = 0 To 1 = 4

If  $(X(i) = X(i + 4) \text{ And } (Y(i) = Y(i + 4)))$  Then

    sentuh = sentuh + 1

End If

End If

End If If  $((X(i) > X(i + 4)) \text{ And } Y(i) = Y(i + 4)) \text{ And } ((X(i + 3) < X(i + 4)) \text{ And } (Y(i + 3) = Y(i + 4)))$  Then

Next loop1      dalam = dalam + 1

End If

End Sub

If  $(X(i) = X(i + 4) \text{ And } (Y(i + 4) > Y(1) \text{ And } Y(i + 4) < Y(2)))$  Then

    dalam = dalam + 1

Public Sub (objek1 As obj, objek2 As obj, hbg As String)

    hubg(ind) = hbg

    hubg(ind) If sentuh = 4 Then

    hubg(ind)      jnshbg = "sama"

    'tree.papoh      jenishbg benda(loop1), benda(loop2), jnshbg

    'tree.senarai (hubg(ind))

    ElseIf sentuh = 2 Then

    ind = ind +      jnshbg = "sentuh"

        jenishbg benda(loop1), benda(loop2), jnshbg

End Sub

    ElseIf dalam = 4 Then

        jnshbg = "dalam"

        jenishbg benda(loop1), benda(loop2), jnshbg

    ElseIf dalam = 2 Then

        jnshbg = "bertindihan"

        jenishbg benda(loop1), benda(loop2), jnshbg

        If benda(loop1).jns = "permaidani" Then

            jnshbg = diatas

```
        jenishbg benda(loop1), benda(loop2), jnshbg  
    End If
```

```
End If
```

```
End If
```

```
Next loop2
```

```
Next loop1
```

```
End Sub
```

```
Public Sub jenishbg(objek1 As obj, objek2 As obj, hbg As String)
```

```
    hubg(ind).jhbhg = hbg
```

```
    hubg(ind).objek2 = objek2
```

```
    hubg(ind).objek1 = objek1
```

```
    'tree.pepohon (hubg(ind))
```

```
    'tree.senarai (hubg(ind))
```

```
    ind = ind + 1
```

```
End Sub
```